

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Rosmiaty dan Basri Iwan Setiawan. 2003. **Pengaturan Sirkulasi Udara dengan Ventilasi Silang Pada Bangunan**. Jurnal Smartek Vol 1 dan 2. universitas Tadalako. Palu
- Akmal, Imelda. 2003. **Rumah Mungil Yang Sehat**. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- EPA. 2006. **Sick Building Syndrome**. <http://www.epagov//iag/pubs/sbs/htm> diakses tanggal 18 Oktober 2006
- Freick, Heinz. 2004. **Ilmu Konstruksi Bangunan Kayu**. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Gabriel. J.F. 2001. **Fisika Lingkungan**. Penerbit Hipokrates. Jakarta
- Junadi, Purnawar. 2005. **Perencanaan Kota Sehat** Jurnal Kajian Pengembangan Perkotaan Vol 1 No. 1. Universitas Indonesia. Jakarta
- Kotta, Husni. 2005. **Pengaruh Pemakaian Kaca Terhadap Suhu Udara Dalam dan Luar Gedung**. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar
- Lippsmeir. G. 1995. **Bangunan Tropis**. PT. Erlangga. Jakarta
- Mangunwijaya, Y.B. 1994. **Pengantar Fisika Bangunan**. PT. Jambatan. Jakarta
- Marmin, Hidayat. 2006. **Studi Kenyamanan Termal Masjid Al-Markaz Al-Islamy Makassar**. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar
- Prasastro, Satwiro. 2004. **Fisika Bangunan**. Penerbit PT. Andi Yogyakarta
- Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. 2005. **Pedoman Penulisan Tesis dan Disertasi**. Makassar
- Panennungi. 2002. **Studi Optimum Suhu dan kelembaban Relatif Pada Ruang Kuliah Universitas Negeri Makassar**. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar

- Puspantoro, Benny. 2003. ***Sambungan Kayu Pintu dan Jendela***. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Rahim, Husna. 2002. ***Pengaruh Orientasi Bangunan Terhadap Temperatur Ruang Pada Rumah Sederhana Type 21 Perumnas BTP Makassar***. Makassar. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar
- Santi. 2006. ***Karakteristik Pertumbuhan Rumah Nelayan di Desa Lemo Bajo Kab. Konawe***. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar
- Sofyan, A. 2002. ***Studi Tingkat Kenyamanan Thermal Pada Ruang Pelajar dan Studio Gambar Universitas Pepabri Makassar***. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar
- Setiono, Kusdiratri, dkk. 1998. ***Manusia, Kesehatan, dan Lingkungan***. Penerbit Alumni. Bandung
- Sanropie, Djasio, dkk. 1989. ***Pengawasan Penyehatan Lingkungan Pemukiman***. Penerbit Departemen Kesehatan. Jakarta
- Tri Sutomo. 1989. ***Studi Pengaruh Bangunan dan Tanaman Terhadap Suhu Udara Lingkungan Kota Makassar***. Program Pascasarjana universitas Hasanuddin Makassar
- _____. 1996. ***Studi Ventilasi Silang Alami Dalam Bangunan Pemukiman Kota Pantai Ujung Pandang***. Laporan Penelitian PSL Universitas Hasanuddin Makassar
- _____, 1997. ***Pengaruh Dimensi dan Posisi Jendela Untuk Fentilasi Udara Pada Perumahan Bumi Tamalanrea Makassar***. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.

**TINGKAT KENYAMANAN TERMAL DITINJAU DARI ORIENTASI
BANGUNAN PADA RUANG TAMU RUMAH TINGGAL SEDERHANA
TIPE 50 PERUMAHAN NUSATAMALANREA INDAH MAKASSAR**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelas Magister

Program Studi

Pengelolaan Lingkungan Hidup

Disusun dan diajukan oleh

HAPSA RIANTY

kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2007

TESIS

TINGKAT KENYAMANAN TERMAL DITINJAU DARI ORIENTASI
BANGUNAN PADA RUANG TAMU RUMAH TINGGAL SEDERHANA
TIPE 50 PERUMAHAN NUSATAMALANREA INDAH MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh

HAPSA RIANTY
Nomor Pokok P0302205005

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal 14 November 2007
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui:
Komisi Penasehat

Prof.Dr.Ir.H.Muh. Ramli Rahim.M.Eng
Ketua

Dr. Sri Suryani, DEA
Anggota

Ketua Program Studi
Pengelolaan Lingkungan Hidup

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin

Dr.Ir. Didi Rukmana, M.Sc

Prof. Dr.dr.A. Razak Thaha, M.Sc

ABSTRAK

HAPSA RIANTY. *Tingkat Kenyamanan Termal Ditinjau dari Orientasi Bangunan pada Ruang Tamu Rumah Tinggal Sederhana Tipe 50 Perumahan Nusa Tamalanrea Indah Makassar* (dibimbing oleh Muh. Ramli Rahim dan Sri Suryani).

Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat kenyamanan termal meliputi temperatur udara, kelembaban udara relatif, dan kecepatan angin dalam ruang tamu pada unit bangunan rumah tinggal sederhana tipe 50 dengan orientasi bangunan yang berbeda.

Penelitian dilaksanakan di Perumahan Nusa Tamalanrea Indah Makassar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan pengukuran langsung di lapangan selama 11 hari kerja mulai pukul 08.00 – 19.00 Wita yang dilakukan secara bersamaan pada keempat rumah yang berbeda orientasi yaitu Blok DE/12 orientasi Barat, Blok DC/2 orientasi Timur, Blok DF/18 orientasi Utara, dan Blok DB/20 orientasi Selatan. Data yang diperoleh dianalisis dengan memasukkan data hasil pengukuran dalam persamaan perhitungan rata-rata untuk mendapatkan besar tingkat kenyamanan termal. Variabel tingkat kenyamanan termal dalam penelitian ini adalah temperatur udara, kelembaban udara relatif, dan kecepatan angin.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan pengukuran langsung di lapangan yang dilakukan pada tanggal 14 – 24 Mei 2007 mulai pukul 08.00 – 19.00 Wita dapat disimpulkan bahwa adanya perbedaan orientasi bangunan mengakibatkan perbedaan temperatur, kelembaban udara relatif dan kecepatan angin dalam ruang. Temperatur udara rata-rata pada ruang tamu mencapai maksimum pada rumah yang berorientasi Utara sebesar 31,57°C, kelembaban udara relatif rata-rata sebesar 66,14 RH%, dan kecepatan angin rata-rata sebesar 0,17 m/detik. Sedangkan mencapai minimum pada rumah yang berorientasi Selatan dengan temperatur rata-rata sebesar 30,41°C, kelembaban udara relatif rata-rata 68,54 RH%, dan kecepatan angin rata-rata 0,16 m/detik.

DAFTAR TABEL

No.		hal
1.	Kondisi Udara Yang Memberikan Kenyamanan Termal	22
2.	Hasil Pengukuran Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$) dalam Ruang pada Ruang Tamu Rumah Orientasi Barat.....	45
3.	Hasil Pengukuran Kelembaban Udara Relatif (%) pada Ruang Tamu untuk Orientasi Barat	46
4.	Hasil Pengukuran Kecepatan Angin (m/detik) pada Ruang Tamu untuk Orientasi Barat	46
5.	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) Rata-Rata Dalam Ruang Pada Ruang Tamu....	48
6.	Kecepatan Angin (m/detik) Rata-Rata dalam Ruang pada Ruang Tamu.....	50
7.	Kelembaban Relatif (%) dalam Ruang pada Ruang Tamu.....	52
8.	Hasil Pengukuran Rata-rata Setiap Selang Waktu Tingkat Kenyamanan Termal Pada Rumah Orientasi Barat dan Skala Standar Tingkat Kenyamanan Termal	56
9.	Hasil Pengukuran Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$) dalam Ruang Tamu untuk Orientasi Timur	57
10.	Hasil Pengukuran Kelembaban Udara (%) dalam Ruang Tamu untuk Orientasi Timur	58
11.	Hasil Pengukuran Kecepatan Angin (m/detik) dalam Ruang Tamu untuk Orientasi Timur	58
12.	Hasil Pengukuran Rata-rata Setiap Selang Waktu Tingkat Kenyamanan Termal pada Rumah Orientasi Timur dan Skala Standar Tingkat Kenyamanan Termal	64
13.	Hasil Pengukuran Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$) dalam Ruang Tamu untuk Orientasi pada Arah Utara.....	65
14.	Hasil Pengukuran Kecepatan Angin (m/detik) dalam Ruang Tamu pada Orientasi Utara	65
15.	Hasil Pengukuran Kelembaban Udara (%) dalam Ruang Tamu untuk Orientasi Utara	66

16.	Hasil Pengukuran Rata-rata Setiap Selang Waktu Tingkat Kenyamanan Termal pada Rumah Orientasi Utara dan Skala Standar Tingkat Kenyamanan Termal	71
17	Hasil Pengukuran Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$) dalam Ruang Tamu untuk Orientasi pada Arah Selatan.....	72
18	Hasil Pengukuran Kecepatan Angin (m/detik) dalam Ruang Tamu pada Orientasi Selatan	72
19	Hasil Pengukuran Kelembaban Udara (%) dalam Ruang Tamu untuk Orientasi Selatan.....	73
20	Hasil Pengukuran Rata-rata Setiap Selang Waktu Tingkat Kenyamanan Termal pada Rumah Orientasi Selatan dan Skala Standar Tingkat Kenyamanan Termal	81
21	Hasil Pengukuran Rata-Rata Tingkat Kenyamanan Termal pada Setiap Orientasi dan Skala Standar Tingkat Kenyamanan Termal	82

DAFTAR GAMBAR

No.		hal
1.	Posisi Relatif Bumi dan Matahari pada saat Musim Dingin dan Musim Panas	10
2.	Sudut Deklinasi Matahari Terhadap Bumi pada Tanggal 21 Setiap Bulan	10
3.	Posisi Bumi pada saat Musim Dingin dan Musim Panas dengan Posisi Titik Balik Matahari	11
4.	Variasi Deklinasi Matahari	12
5.	Garis Lintang dan Sudut Ketinggian Maksimum / Minimum pada Matahari	13
6.	Kecepatan Angin Terjadi pada Kondisi-Kondisi Tertentu Menurut Lippsmeir dalam Sofyan (2002: 34)	20
7.	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal.....	27
8.	Kerangka Pikir Penelitian	30
9.	Peta Lokasi Penelitian.....	33
10.	Master Plan Perumahan Nusa Tamalanrea Indah.....	33
11.	Site Plan Blok DE, DB, DC, DF Tipe 50 Perumahan Nusa Tamalanrea Indah Makassar	34
12.	Alat Ukur Milik Laboratorium Fisika UNHAS	36
13.	Alat Ukur Milik Laboratorium BTKL-PPM Kelas I Makassar.....	37
14.	Posisi Penempatan Titik Ukur.....	39
15.	Grafik Temperatur Udara dalam Ruang.....	48
16.	Grafik Kecepatan Angin dalam Ruang.....	51
17.	Grafik Kelembaban Udara dalam Ruang.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

No.		hal
1.	Hasil Pengukuran Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$) Luar Ruang pada Ruang Tamu untuk Orientasi Timur dan Barat	82
2.	Hasil Pengukuran Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$) Luar Ruang pada Ruang Tamu untuk Orientasi Selatan dan Utara	83
3.	Hasil Pengukuran Kecepatan Angin (m/detik) Luar Ruang pada Ruang Tamu untuk Orientasi Timur dan Barat	84
4.	Hasil Pengukuran Kecepatan Angin (m/detik) Luar Ruang pada Ruang Tamu untuk Orientasi Selatan dan Utara	85
5.	Hasil Pengukuran Kelembaban Udara Relatif (RH %) Luar Ruang pada Ruang Tamu untuk Orientasi Timur dan Barat	86
6.	Hasil Pengukuran Kelembaban Udara Relatif (RH %) Luar Ruang pada Ruang Tamu untuk Orientasi Selatan dan Utara	87
7.	Hasil Pengukuran dan Grafik Temperatur Rata-Rata ($^{\circ}\text{C}$) Luar Ruang pada Ruang Tamu masing-masing Orientasi.....	88
8.	Hasil Pengukuran dan Grafik Kelembaban Udara Relatif Rata-rata (RH%) Luar Ruang pada Ruang Tamu masing-masing Orientasi.....	89
9.	Hasil Pengukuran dan Grafik Kecepatan Angin Rata-rata (m/detik) Luar Ruang pada Ruang Tamu masing-masing Orientasi.....	90
10.	Gambar Denah dan Tampak Depan Rumah Penelitian	91
11.	Gambar Tampak Samping Kanan, Samping Kiri, dan Potongan A – A Rumah Penelitian	92
12.	Salinan Sebagian Standar SK.T-14 -1993-03	93
13.	Gambar Kegiatan Pengukuran (Alat Laboratorium Fisika UNHAS) di Lokasi Penelitian	95
14.	Gambar Pemasangan Alat-alat Ukur Penelitian	97
15.	Gambar Kegiatan Pengukuran (Alat Laboratorium BTKL – PPM Kelas I Makassar) di Lokasi Penelitian.....	99
16.	Tampak Depan Rumah Lokasi Penelitian	102

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya dengan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Magister Pengelolaan Lingkungan Hidup Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.

Dalam proses penulisan tesis ini tidak sedikit tantangan dan hambatan yang penulis hadapi mulai dari penyusunan proposal penelitian, pelaksanaan penelitian di lapangan, sampai pada penulisan hasil akhir penelitian. Berkat Rahmat serta bimbingan dari Allah SWT semua hambatan dan tantangan dapat teratasi. Melalui kesempatan ini perkenankanlah penulis untuk menyampaikan ungkapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. dr. H. Idrus Patturusi selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta stafnya.
2. Bapak Prof. Dr. dr. A. Razak Thaha, M.Sc selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Ramli Rahim, M.Eng dan Ibu Dr. Sri Suryani, DEA masing-masing sebagai Ketua dan Anggota Komisi Penasehat atas bimbingan dan bantuan moril yang telah diberikan mulai pengembangan minat terhadap permasalahan penelitian, pelaksanaan, sampai pada penulisan tesis.

4. Bapak Dr. Ir. Didi Rukmana, M.Sc selaku Ketua Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Dr. Ambo Upe, DEA selaku Ketua Konsentrasi Teknologi Lingkungan Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
6. Bapak Dr. Ambo Upe, DEA, Bapak Dr. Ir. Didi Rukmana, M.Sc dan Ibu Dr. Ir. Ria Wikantari, M.Arch selaku Tim Penguji yang telah memberikan masukan dan saran demi kesempurnaan tesis ini.
7. Bapak H. A. Idris Manggabarani selaku Pimpinan PT. Nusa Sembada Bangunindo beserta staf.
8. Kepala Laboratorium Fisika (MIPA) Universitas Hasanuddin beserta staf yang telah memberikan bimbingan dan bantuan peralatan penelitian selama di lokasi penelitian.
9. Kepala Laboratorium BTKL – PPM Kelas I Makassar beserta staf yang telah memberikan bimbingan dan bantuan peralatan selama dilokasi penelitian.

Ucapan terima kasih secara khusus dan penghargaan yang sedalam-dalamnya penulis haturkan kepada seluruh keluarga atas segala pengorbanan, kesabaran, ketulusan, dan doa dalam memberikan dukungannya selama penulis mengikuti kuliah pada Program Pascasarjana ini. Terutama kepada ayahanda H. Pallawagau Dg. Mareto, Ibunda Hj. Sitti Amang dan kepada suami tercinta Ir. Syarifuddin. Terima kasih kepada kedua ananda Muh. Athallah Hadizahran Syarif dan

Muh. Athillah Akram Syarif yang telah menjadi kekuatan dan semangat penulis dalam menyelesaikan pendidikan pada Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Ucapan terima kasih kepada teman-teman dan sahabat serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesisnya.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Semoga karya ilmiah yang sangat sederhana ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan pengambil kebijakan pembangunan. Akhir kata semoga Tuhan senantiasa melimpahkan Rahmat dan HidayahNya kepada kita semua. Amin !

Makassar, Nopember 2007

Hapsa Rianty

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Visi Pembangunan Kesehatan adalah Indonesia Sehat 2010. Dalam visi tersebut, lingkungan yang diharapkan adalah lingkungan yang kondusif bagi terwujudnya keadaan sehat yaitu : lingkungan yang bebas dari polusi, tersedia air bersih, sanitasi lingkungan yang memadai, perumahan dan pemukiman yang sehat, perencanaan kawasan yang berwawasan kesehatan serta terwujudnya kehidupan masyarakat yang saling tolong menolong dengan memelihara nilai-nilai budaya bangsa. Seirama dengan visi pembangunan kesehatan diperlukan adanya kesehatan pemukiman sebagai salah satu strategi untuk mencapai visi tersebut.

Perkembangan kota mengalami pertumbuhan dari tahun ke tahun berdasarkan hasil kajian Tim Studi Pasar Indonesia (Lokakarya Nasional tahun 2002) bahwa penduduk perkotaan Indonesia khususnya yang termasuk kategori berpenghasilan rendah (Rp. 1,3 Juta/bulan) merupakan prosentase terbesar. Sehingga merupakan potensi kelompok masyarakat yang membangun rumahnya tanpa memenuhi standar kesehatan.

Hasil penelitian WHO, dalam tahun 1990 sebanyak 600 juta jiwa penduduk yang tinggal di kota negara berkembang hidup dengan kekurangan makanan, air bersih dan tempat tinggal; pemukiman padat dengan pembuangan limbah yang tidak memadai, lingkungan kerja yang membahayakan, udara, jalan yang terpolusi. Jumlah penduduk yang tinggal di kota-kota akan meningkat lebih dari 100% pada tahun 2025, dan 80% dari mereka tinggal di negara berkembang.

Indonesia sebagai negara berkembang mempunyai ciri iklim tropis lembab yang bertemperatur udara relatif panas, intensitas radiasi dan kelembaban yang cukup tinggi. Temperatur udara maksimum rata-rata 27°C - 32°C, temperatur udara minimum rata-rata 20°C - 23°C, kelembaban udara rata-rata 75 RH% - 80 RH%, curah hujan selama setahun antara 1000 - 1500 mm, kondisi langit umumnya berawan dengan jumlah awan antara 60% - 90%, radiasi matahari global harian rata-rata bulanan adalah sekitar 400 watt/m², kecepatan angin rata-rata sekitar 2 - 4 m/detik.

Iklim merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perancangan bangunan, sebuah bangunan seharusnya dapat mengurangi pengaruh iklim yang merugikan dan memanfaatkan pengaruh yang menguntungkan bagi pengguna bangunan. Faktor iklim yang mempengaruhi perancangan bangunan meliputi radiasi dan cahaya matahari, temperatur dan kelembaban udara, arah dan kecepatan angin serta kondisi langit (Rahim, 2002 :1). Pengaruh faktor-faktor tersebut

terhadap bangunan perlu diteliti untuk memperoleh suatu kondisi temperatur dan visual yang diinginkan oleh pengguna bangunan.

Kondisi temperatur di dalam bangunan sangat dipengaruhi oleh temperatur luar atau iklim setempat. Jika kondisi temperatur luar sangat menyimpang dari kondisi di dalam bangunan yang diinginkan, maka diperlukan usaha yang lebih besar untuk mengatasinya. Temperatur di dalam bangunan akan dapat lebih tinggi dari temperatur udara di sekitar bangunan. Demikian juga sebaliknya, temperatur di dalam bangunan akan dapat lebih rendah dari temperatur di luar bangunan. Untuk mendapatkan kondisi temperatur yang diinginkan oleh pengguna bangunan, maka dalam proses perancangan bangunan perlu mempertimbangkan faktor iklim setempat, sifat fisika bahan bangunan, serta perancangan orientasi bangunan dan sistem perlindungan terhadap radiasi matahari.

Faktor lain dalam perancangan bangunan yang dapat mempengaruhi temperatur internal adalah orientasi. Orientasi bangunan terhadap arah angin akan mempengaruhi perletakan lubang bukaan pada dinding bangunan. Angin langsung dapat masuk dalam bangunan melalui lubang-lubang pada dinding bangunan dan mempengaruhi temperatur ruang.

Dalam pemukiman massal, orientasi bangunan yang memiliki rancangan bangunan yang sama (tipe yang sama) dapat berbeda-beda. Hal ini akan mengakibatkan kondisi temperatur di dalam bangunan berbeda pula. Temperatur tertinggi pada rumah yang menghadap ke

arah Timur yakni 32,02 °C pada pukul 15.00 dan suhu terendah dialami pada rumah yang orientasinya ke arah Barat yang mencapai maksimum 30,6 °C pada pukul 15.00. (Rahim, 2002:3)

Rapatnya jarak antar rumah juga menyebabkan buruknya sirkulasi udara serta kurangnya bukaan, seperti jendela atau pintu. Padahal, terhambatnya ventilasi mudah mengakibatkan infeksi saluran pernapasan. Sedangkan kurangnya pencahayaan dapat mengakibatkan gangguan psikologis, antara lain stres, sulit konsentrasi dan beristirahat.

Trisutomo (1997), dalam penelitiannya tentang pengaruh dimensi dan posisi jendela untuk ventilasi udara pada Perumahan Bumi Tamalanrea Permai Makassar, menemukan bahwa penyebab gerahnya udara dalam ruang ialah luas bukaan jendela dan posisi jendela terhadap arah datangnya angin dan jarak antara bangunan yang amat dekat. Keadaan ini menyebabkan ketidaknyamanan rumah bagi penghuninya. Rumah tempat manusia berlindung, beraktivitas, membina keluarga dan tempat beristirahat. Kualitas kesehatan rumah harus diperhatikan agar rumah dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan.

Bangunan kompleks perumahan Nusa Tamalanrea Indah terletak di Jalan Perintis Kemerdekaan Makassar. Secara keseluruhan terdapat 173 unit bangunan untuk tipe 50 m². Setiap unit bangunan memiliki luas lahan 116 m². Setiap unit rumahnya terdiri dari 2 (dua) kamar tidur, 1 (satu) ruang tamu, 1 (satu) ruang makan/ruang keluarga, 1 (satu) kamar mandi/WC, dan dapur.

Pemilihan rumah tipe 50 untuk dijadikan sampel penelitian karena ruang tamu yang terdapat dalam tipe 50 yang akan diukur tingkat kenyamanan termalnya mempunyai batas ruang yang jelas di mana terdapat dinding yang memisahkan antara ruang tamu dan ruang keluarga/ruang makan. Tipe 50 termasuk rumah sederhana yang ukurannya tidak terlalu kecil sehingga banyak diminati masyarakat. Desain rumah tipe 50 yang dijadikan penelitian adalah desain asli dari developer. Ruang yang akan diukur tingkat kenyamanan termalnya adalah ruang tamu. Pemilihan ruang tamu sebagai objek penelitian karena ruang tamu merupakan ruang khusus untuk menerima tamu dan letaknya di bagian depan. Pertimbangan lain dalam pemilihan ruang tamu adalah untuk membatasi permasalahan ruang penelitian.

Kajian yang akan dilakukan berangkat dari adanya fenomena orientasi bangunan terhadap arah angin dapat menghasilkan tingkat kenyamanan termal suatu rancangan bangunan yang ideal dari segi aspek teknologi lingkungannya dengan tetap memperhatikan kaidah arsitekturnya. Sehingga keseimbangan organisme manusia sebagai penghuni bangunan dapat terjadi harmonis dengan lingkungannya.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah berapa besar tingkat kenyamanan termal meliputi temperatur udara, kelembaban udara relatif, dan

kecepatan angin yang terjadi di dalam ruang tamu pada unit bangunan tipe 50 dengan orientasi bangunan berbeda.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan besar tingkat kenyamanan termal meliputi temperatur udara, kelembaban udara relatif, dan kecepatan angin yang terjadi di dalam ruang tamu pada unit bangunan tipe 50 dengan orientasi bangunan berbeda.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat bagi para perancang bangunan (Biro Konsultan Perencana) sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan letak orientasi bangunan dan peletakannya terhadap site. Peletakan bangunan pada site dapat dipertimbangkan dengan memperhatikan faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi tingkat kenyamanan termal di dalam ruang pada berbagai orientasi guna mendapatkan hasil rancangan yang memberikan nilai kepuasan dengan tetap memperhatikan segi ideal hasil rancangan dan aspek finansial dan sains yang saling berimbang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Rumah

Pengertian rumah menurut istilah Kamus Indonesia dalam Santi (2006) adalah bangunan untuk tempat tinggal. Selain untuk tempat bernaung, rumah juga menampung berbagai macam kegunaan seperti melindungi manusia dari kondisi lingkungan yang tidak diinginkan termasuk kegiatannya dan gangguan musuh.

Menurut Rapoport dalam Santi (2006), rumah merupakan proses bermukim karena kehadiran dan aktivitas dan pola perilaku manusia sehingga rumah dalam suatu lingkungan permukiman dapat diungkapkan dengan baik apabila rumah dikaitkan dengan manusia yang menempatinnya.

Menurut UU RI No. 4/1992 tentang Perumahan dan Permukiman Pasal 1 Ayat 1, 2, dan 3 dijelaskan bahwa yang dimaksud dengan rumah, perumahan, dan permukiman adalah sebagai berikut :

1. Rumah adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian dan sarana pembinaan keluarga.
2. Perumahan adalah kelompok rumah yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian yang dilengkapi dengan prasarana dan sarana lingkungan.

3. Permukiman adalah bagian dari lingkungan hidup diluar kawasan lindung, baik yang berupa kawasan perkotaan maupun pedesaan yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian dan tempat kegiatan yang mendukung perikehidupan dan penghidupan.

Dapat disimpulkan bahwa rumah adalah pusat kegiatan dalam peranannya sebagai tempat menampung, menyalurkan, dan mengembangkan usaha. Potensinya mampu membuka jalan dan memberikan saluran terhadap kecenderungan, kebutuhan, aspirasi, dan keinginan manusia dengan sepenuhnya.

B. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perencanaan Bangunan

1. Posisi Bumi dan Orientasi Bangunan

a. Tata Letak dan Bentuk Bangunan

Tata letak/orientasi bangunan bervariasi, maka dalam menentukan perletakan bangunan untuk mencapai tingkat kenyamanan termal yang dipersyaratkan dipengaruhi oleh tiga faktor utama (Lippsmeir, 1994 : 101), yaitu :

- 1) Radiasi matahari dan tindakan perlindungan.
- 2) Arah dan kekuatan angin
- 3) Topografi

Penentuan tata letak orientasi bangunan pada umumnya bangunan yang berbentuk persegi panjang lebih banyak dipengaruhi

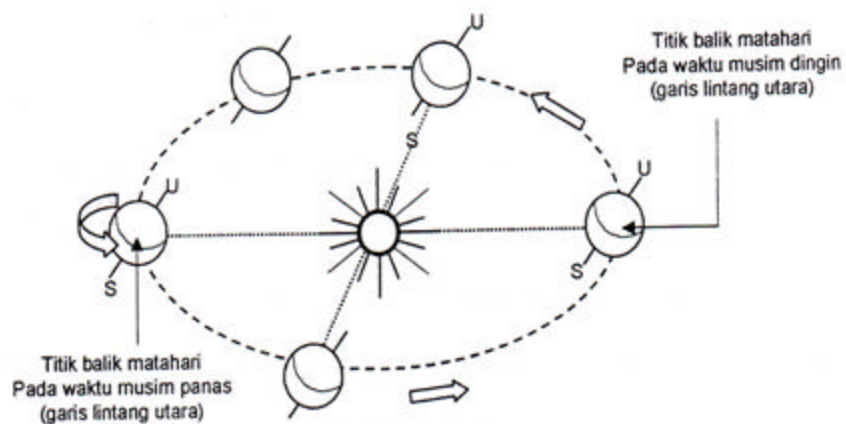
oleh pertimbangan terhadap posisi matahari dibanding bangunan berbentuk bujur sangkar. Untuk pertimbangan arah angin maka posisi bangunan yang melintang terhadap arah angin akan lebih penting daripada aspek pertimbangan terhadap penghindaran dari hantaman radiasi matahari. Tata letak orientasi bangunan yang terbaik pada daerah tropis basah seperti kota Makassar adalah posisi yang memungkinkan terjadinya ventilasi silang selama mungkin 24 jam tanpa menggunakan peralatan mekanis.

Penentuan tata letak bangunan dari pertimbangan faktor topografi pada umumnya bertujuan untuk mengeleminir pemanasan tanah dan intensitas pemantulannya dapat dilakukan dengan memilih lokasi bangunan yang mempunyai sudut kemiringan sekecil mungkin terhadap cahaya matahari.

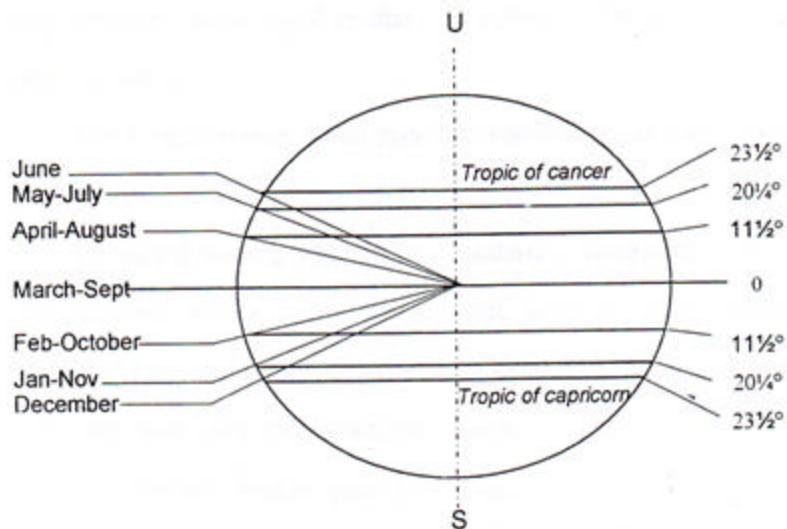
Matahari adalah salah satu bintang dalam sistem Tata Surya yang merupakan sumber energi utama bagi bumi dengan massa 332.000 kali massa bumi. Berotasi pada sumbunya dengan periode perputaran yang bervariasi antara 25 hari bumi pada lintasan ekuator dan 27 hari bumi pada 40° garis lintangnya (Threlkeld dalam Marmin, 2006:10).

Hukum Kepler menjelaskan bahwa bumi bergerak mengitari matahari dengan lintasan berbentuk elips sehingga jarak antara bumi dan matahari setiap saat akan selalu mengalami perubahan. Jarak

terdekat terjadi pada bulan Juli dengan variasi sebesar 3,3% (Marmin 2006:10). Dapat diperlihatkan pada gambar 1 dan gambar 2.



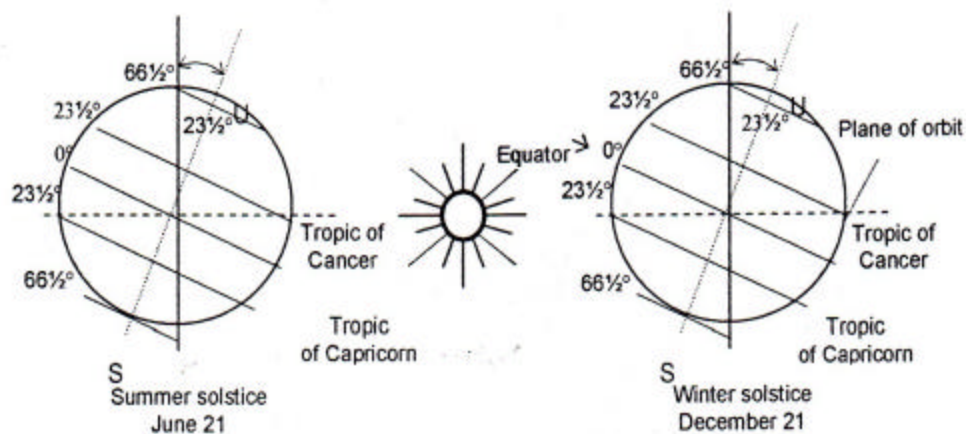
Gambar 1. Posisi relatif bumi dan matahari pada saat musim dingin dan musim panas



Gambar 2. Sudut deklinasi matahari terhadap bumi pada tanggal 21 setiap bulan

b. Posisi Bumi dan Matahari

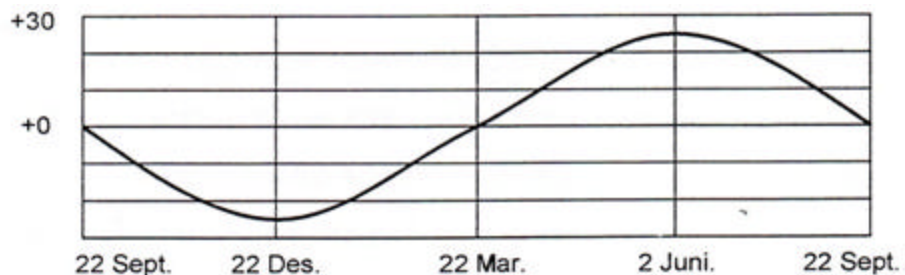
Menurut (F. Hall dalam Marmin, 2006:12) untuk mengetahui besarnya perolehan panas dari radiasi matahari, maka terlebih dahulu sangatlah penting untuk memahami bagaimana kedudukan antara posisi bumi dan matahari. Pada tanggal 21 Desember, Kutub Utara berinklinasi menjauhi matahari, dimana matahari akan terlihat langsung di atas kepala pada tropik *Capricorn* (ketinggian terendah). Dan pada tanggal 21 Juni, Kutub Utara berinklinasi mendekati matahari, pada saat itu matahari akan terlihat langsung di atas kepala pada tropin *Cancer* (ketinggian puncak), seperti diperlihatkan pada gambar 2. perubahan-perubahan ini berhubungan dengan perpindahan bumi pada orbitnya sekitar matahari dan dua posisi seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Posisi bumi pada saat musim dingin dan musim panas dengan posisi titik balik matahari

Untuk menentukan posisi koordinat matahari pada saat tertentu di suatu tempat di permukaan bumi ditentukan oleh :

- 1) Sudut lintang ketinggian matahari L (latitude) yaitu sudut yang dibentuk antara garis lintang pusat ke suatu tempat di permukaan bumi dan bidang ekuator. Sudut ini berharga positif untuk daerah di sebelah Utara garis katulistiwa dan bernilai negatif untuk daerah yang berada di sebelah Selatan garis katulistiwa, dimana lintang $0^{\circ} - 23,5^{\circ}$ merupakan daerah tropis, $23,5^{\circ} - 66,5^{\circ}$ merupakan daerah sub tropis, dan $66,5^{\circ} - 90^{\circ}$ merupakan daerah kutub. Kota Makassar adalah merupakan daerah tropis karena berada pada koordinat $5^{\circ} 6,19' \text{ LS}$ dan sudut latitude berharga negatif ($-5^{\circ} 6,19' \text{ LS}$) karena terletak disebelah Selatan garis katulistiwa.
- 2) Sudut deklinasi matahari d , adalah sudut yang dibentuk antara garis hubung pusat bumi ke matahari dan bidang ekuator, sudut ini berharga positif pada musim panas (22 Maret – 22 September) dan berharga negatif pada saat musim dingin (22 September-22 Maret). Gambar 4 memperlihatkan variasi deklinasi (waktu 1 tahun)

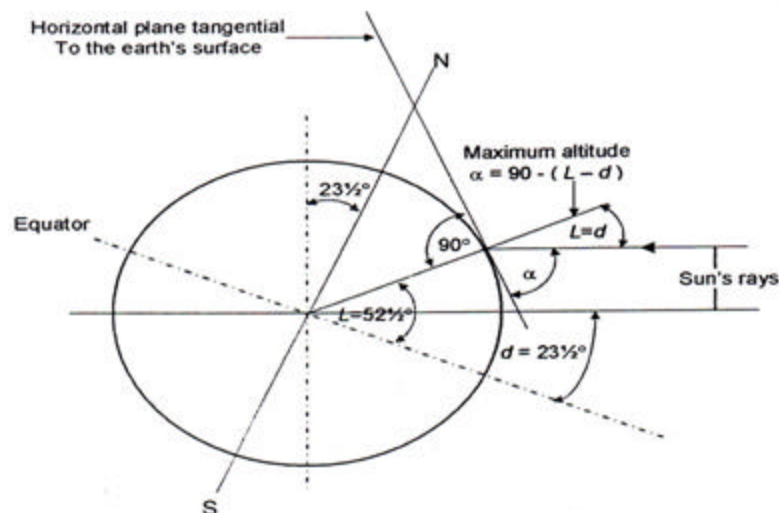


Gambar 4. Variasi deklinasi matahari

Deklinasi maksimum adalah $23,5^\circ$ yaitu pada saat matahari berada di sebelah utara ekuator dan deklinasi minimum adalah $-23,5^\circ$ yaitu pada saat matahari berada di sebelah Selatan ekuator.

- 3) Sudut jam matahari h , yaitu sudut pada bidang ekuator antara proyeksi garis hubung pusat bumi ke matahari dan proyeksi garis pusat bumi ke matahari dan proyeksi garis hubung pusat bumi ke suatu tempat di permukaan bumi, dimana 1 jam waktu hari/setempat sama dengan 15° sudut jam matahari

Pada umumnya untuk keperluan perencanaan bangunan, pengamatan mengenai posisi matahari diambil pada periode maksimal perolehan panas, pada saat ketika matahari berada pada tingkat ketinggian langit. Untuk yang berada antara $23,5^\circ$ sebelah Utara dan $23,5^\circ$ sebelah Selatan pada saat matahari tepat berada di atas kepala. Lihat gambar 5.



Gambar 5. Garis lintang dan sudut ketinggian maksimum/minimum pada matahari

2. Kondisi Iklim

Ciri umum iklim di Indonesia yang beriklim tropis lembab adalah temperatur udara relatif panas, intensitas radiasi dan kelembaban yang cukup tinggi. Menurut Panennungi (2002:7), temperatur udara maksimum rata-rata 27°C - 32°C, temperatur udara minimum rata-rata 20°C - 23°C, kelembaban udara rata-rata 75 RH% - 80 RH%, curah hujan selama setahun antara 1000-1500 mm, kondisi langit umumnya berawan dengan jumlah awan antara 60% - 90%, kecepatan angin rata-rata sekitar 2 - 4 m/detik.

Iklim wilayah Makassar dan sekitarnya berdasarkan data pada bulan April : kelembaban udara berkisar 55 RH% - 97 RH%, temperatur udara maksimum 34°C, dan minimum 22,86° C, tekanan udara 1007 - 1011 mb, serta kecepatan angin 5-30 km/jam. (sumber : Badan Meteorologi dan Geofisika Wilayah IV Makassar dalam Tribun Timur 5 April 2007).

3. Orientasi dan Kecepatan Angin

Lippsmeir. G. (1995:25) Massa udara yang bergerak disebut angin. Angin dapat bergerak secara horizontal maupun secara vertikal dengan kecepatan yang bervariasi dan berfluktuasi secara dinamis. Faktor pendorong Bergeraknya massa udara adalah perbedaan tekanan udara antara satu tempat dengan tempat yang lain. Angin

selalu bertiup dari tekanan udara tinggi ke tempat dengan tekanan udara yang lebih rendah.

Pola umum sirkulasi udara terdapat pada lapisan atmosfer. Pada daerah tropis dan sub tropis, angin berhembus dari arah tenggara untuk belahan bumi selatan dan dari arah timur laut untuk belahan bumi utara. Sedangkan untuk daerah beriklim sedang, angin secara umum berhembus dari arah barat, yakni dari arah barat laut untuk belahan bumi selatan dan dari arah barat daya untuk belahan bumi utara. Sebaliknya untuk daerah kutub, angin berhembus dari arah timur yakni searah dengan angin pada daerah tropis.

Angin moonson merupakan angin musiman. Arah angin ini berubah sesuai dengan musim. Umumnya angin akan bertiup dari arah timur laut selama periode 6 (enam) bulan dan kemudian dari arah barat daya selama 6 (enam) bulan berikutnya.

Angin lokal terdapat pada lapisan udara dekat bagian permukaan yakni angin yang dipengaruhi oleh kondisi geografis setempat. Angin lokal yang paling dikenal adalah angin laut dan angin darat. Angin ini terjadi akibat perbedaan suhu udara di atas permukaan laut dengan udara di atas wilayah daratan. Pada siang hari udara di atas daratan akan lebih panas di bandingkan di atas lautan, maka tekanan udara di daratan lebih rendah dan ini mengakibatkan angin berhembus dari arah laut ke daratan. Oleh sebab itu angin ini disebut angin laut. Sebaliknya pada malam hari, udara di atas daratan akan menjadi lebih dingin sehingga tekanan udaranya menjadi lebih tinggi.

Ini akan menyebabkan angin berhembus dari darat ke arah lautan. Angin ini disebut angin darat.

Kecepatan angin dalam data klimatologi adalah kecepatan angin horisontal pada ketinggian 2 (dua) meter dari permukaan tanah. Jadi angin permukaan kecepatannya dapat dipengaruhi oleh karakteristik permukaan yang dilaluinya.

4. Kenyamanan Pada Bangunan

Panennungi (2002:18) Perancangan ruang dapat mempengaruhi kondisi kualitas udara dalam ruang. Rancangan yang tepat diharapkan akan membantu menjaga kondisi kualitas udara dalam ruang.

Syarat-syarat rumah yang sehat seperti pemilihan bahan material yang tepat, terdapat ventilasi udara, terdapat cahaya yang cukup (luas jendela 15 - 20 % dari luas lantai), luas bangunan yang optimum 2,5 - 3 m²/orang, dan ada fasilitas dalam ruang.

Kualitas ruang-ruang dalam rumah, dalam perkantoran, tempat-tempat perbelanjaan dan ruang-ruang lain yang dihuni oleh manusia, harus selalu dijaga agar memenuhi persyaratan sebagai ruang yang sehat bagi manusia yang berada dalam ruang tersebut. Kondisi ruang yang sehat dapat dicapai dengan perancangan yang benar, misalnya dengan membuat lubang ventilasi, pintu dan jendela yang cukup, disertai perletakan yang benar, sehingga udara segar dapat masuk ke dalam ruang.

Ruang yang dibuat harus dapat memwadhahi aktifitas pengguna ruang. Persyaratan agar manusia yang bekerja atau tinggal dalam ruang merasa nyaman, adalah sebagai berikut :

1. Kenyamanan udara dalam ruang, diperlukan kualitas udara yang memenuhi persyaratan udara bersih untuk dapat dihisap oleh manusia.
2. Kenyamanan panas dalam ruang dimana manusia tidak merasa suhu udara terlalu panas atau terlalu dingin. Bila suhu udara terlalu panas, maka kualitas udara akan terpengaruh.
3. Kenyamanan tingkat kebisingan, di mana manusia merasa tidak terganggu oleh kebisingan.
4. Kenyamanan penerangan dalam ruang, tempat manusia dapat membaca atau mengerjakan pekerjaan lain secara baik, karena adanya penerangan atau cahaya yang cukup. Tidak terjadi silau karena penyinaran langsung cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang atau karena terlalu banyak cahaya terang langit yang masuk ke dalam ruang.
5. Kenyamanan beraktifitas sehingga tidak terganggu oleh manusia atau aktifitas lain (privacy cukup). Ruang yang terlalu padat dapat mengurangi kualitas udara dalam ruang, karena panas yang dihasilkan dari metabolisme manusia yang berada dalam ruang.

Angin dan pengudaraan ruangan kontinu mempersejuk ruangan. Udara yang bergerak menghasilkan penyegaran terbaik karena dengan penyegaran tersebut terjadi proses penguapan yang

menurunkan suhu pada kulit manusia. Dengan demikian juga dapat digunakan angin untuk mengatur udara di dalam ruang.

Mangunwijaya (1994), menjelaskan bahwa pergantian udara ideal apabila volume ruangan $5 \text{ m}^3/\text{orang}$ udara dapat diganti sebanyak $15 \text{ m}^3/\text{orang/jam}$. Bila volume kecil dari $5 \text{ m}^3/\text{orang}$, maka pergantian udara adalah $25 \text{ m}^3/\text{jam}$. Selanjutnya dilelaskan bahwa ada dua tipe ventilasi, yaitu ventilasi horisontal dan ventilasi vertikal.

Pengaruh-pengaruh buruk yang ditimbulkan bagi kesehatan manusia akibat ventilasi udara yang tidak lancar sebagai berikut ini :

1. Berkurangnya kadar oksigen di udara dalam ruang.
2. Bertambahnya kadar asam karbon dari pernafasan manusia.
3. Bau pengap yang dikeluarkan oleh kulit, pakaian dan mulut manusia.
4. Suhu udara dalam ruang naik karena panas yang dikeluarkan oleh badan manusia.
5. Kelembaban ruang bertambah karena penguapan air dari kulit dan pernafasan manusia.

Salah satu hal yang sangat berpengaruh dalam kenyamanan thermal adalah terciptanya kondisi thermal yang sesuai dengan tubuh manusia. Untuk itu kenyamanan thermal dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Faktor obyektif

Faktor obyektif yang berpengaruh meliputi temperatur udara, temperatur radiasi, kecepatan udara dan kelembaban udara.

2. Faktor subyektif

Faktor subyektif yang berpengaruh meliputi, pakaian, aklimatisasi (penyesuaian diri), aktifitas, umur, dan kondisi kesehatan.

Daerah kenyamanan thermal pada bangunan yang tidak dikondisikan untuk orang Indonesia adalah sebagai berikut (Departemen Pekerjaan Umum, SK SNI-14-1993- 3) :

1. Sejuk nyaman, antara suhu efektif $20,5^{\circ}\text{C}$ - $22,8^{\circ}\text{C}$, Kelembaban Relatif 50 RH% – 80 RH%,
2. Nyaman optimal, antara suhu efektif $22,8^{\circ}\text{C}$ - $25,8^{\circ}\text{C}$, Kelembaban Relatif 70 RH% - 80 RH%.
3. Hangat nyaman, antara suhu efektif $25,8^{\circ}\text{C}$ - $27,1^{\circ}\text{C}$, Kelembaban Relatif 60 RH% - 70 RH%.

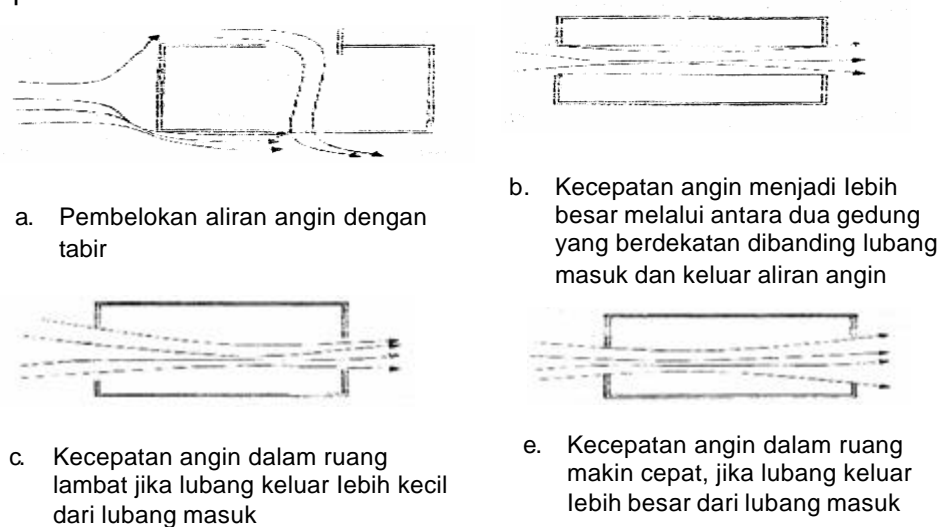
Mangunwijaya (1994:), mengemukakan bahwa secara umum suhu ruangan yang nyaman ialah antara 18°C - 25°C , kelembaban 40 RH% - 70 RH%. Kecepatan angin yang nikmat terdapat pada batas kecepatan 0,1 - 0,15 m/detik. Jangan sekali-kali, demi kesehatan melebihi 0,5 m/detik atau kurang dari 0,1 m/detik.

Pedoman untuk parameter spesifik psik udara yang dikemukakan oleh (EPA : 2006) *Sick Building Syndrome for Good Indoor Air Quality* dalam, sebagai berikut suhu udara $22,5^{\circ}\text{C}$ - $25,5^{\circ}\text{C}$, kelembaban relatif lebih kecil atau sama dengan 70 RH%, dan gerakan udara lebih kecil atau sama dengan 0,25 m/detik.

Mengingat bahwa penelitian ini berada di wilayah Indonesia, maka dipakai standar suhu yang nyaman adalah 18°C - 25°C , kelembaban relatif 40 RH% - 70 RH%, dan kecepatan angin 0,1 - 0,15 m/detik, ini berlaku pula untuk rumah tinggal.

5. Jarak Antar Bangunan

Idealnya setiap bangunan rumah berdiri sendiri, tidak berdempetan, untuk memudahkan pengaturan sirkulasi udara serta perletakan bukaan atau jendela. Jarak bangunan dari jalan atau garis sempadan bangunan (GSB) biasanya setengah dari lebar jalan. Jarak bangunan yang terlalu dekat dengan jalan akan membuat ruang dalam rumah menjadi bising dan berdebu. Luas dasar bangunan terhadap tapak atau koefisien dasar bangunan (KDB) berbeda antara satu area dengan area lainnya yaitu antara 40%-60% untuk daerah pemukiman perkotaan.



Gambar 6. Kecepatan angin terjadi pada kondisi-kondisi tertentu menurut Lippsmeir dalam Sofyan (2002:34)

6. Ketinggian Lokasi

Ketinggian tanah tempat dibangunnya rumah yang paling ideal untuk daerah tropis adalah 200 meter di atas permukaan laut untuk menghindari nyamuk dan lalat. Jika memilih rumah dekat pantai hendaknya memiliki ketinggian lantai minimal 1 (satu) meter di atas tinggi gelombang air tertinggi.

Untuk pembangunan perumahan hendaknya diambil topografi yang memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- a. Kemiringan tanah maksimum 15 %
- b. Kondisi tanah memungkinkan untuk didirikan bangunan sederhana yang lengkap dengan sistem drainasenya.

C. Faktor-Faktor Kenyamanan Termal

1. Temperatur Efektif (TE)

Temperatur efektif (TE) didefinisikan sebagai temperatur dari udara jenuh dalam keadaan diam atau mendekati ($= 0,1$ m/detik), dalam hal tidak ada radiasi panas yang akan memberikan kenyamanan thermal. Konsep temperatur efektif berdasarkan anggapan bahwa kombinasi-kombinasi tertentu dari temperatur, kelembaban dan kecepatan udara dapat menimbulkan kondisi termal yang sama.

Tabel 1. Kondisi udara yang memberikan kenyamanan termal

No	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembaban (RH%)	Kec. Angin (m/detik)
1	27	100	= 0,1
2	29	70	0,2
3	31	40	0,4
4	32	30	0,6
5	33	27	1,0

Sumber : Kotta, 2005: 25

Kelima contoh kondisi udara ini didefinisikan mempunyai temperatur efektif sama 27°C TE. Skala temperatur efektif ini memadukan tiga variabel, ya itu : temperatur udara, kelembaban udara dan kecepatan udara, kemudian ditambah atau dikoreksi dengan pengaruh radiasi panas, sehingga disebut temperatur efektif dikoreksikan (TEK).

Kenyamanan yang paling dominan pengaruhnya terhadap kenyamanan fisik manusia yang berada dalam bangunan adalah kenyamanan thermal, meliputi : temperatur udara, kelembaban dan kecepatan aliran udara. Kenyamanan thermal daerah tropis lembab dapat dicapai dengan batas-batas $24^{\circ}\text{C} < T < 26^{\circ}$, $40\text{ RH}\% < \text{RH} < 60\text{ RH}\%$, $0,6 < V < 1,5\text{ m/det}$, kegiatan santai, pakaian ringan dan selapis.

Apabila suhu udara di sekitar tubuh manusia lebih tinggi dari suhu normal tubuh (37°C), aliran darah pada anggota badan akan meningkatkan suhu kulit sehingga proses pelepasan panas dalam tubuh secara radiasi ke udara akan terjadi dan tubuh akan

mengeluarkan keringat. Jika suhu lebih rendah dari suhu normal tubuh, peredaran darah ke permukaan tubuh berkurang, sehingga tubuh mengurangi pelepasan panas ke udara di sekitarnya. Pada suhu yang lebih rendah lagi, tangan dan kaki menjadi pucat dan dingin, otot-otot akan berkontraksi dan tubuh akan menggigil. Hal ini merupakan usaha terakhir tubuh memperoleh tambahan panas melalui peningkatan proses metabolisme. Pada kondisi lebih ekstrim, baik terlalu panas maupun terlalu dingin, manusia mungkin tidak mampu lagi bertahan hidup.

2. Temperatur Udara

Kotta (2005:32) Suatu logika bahwa daerah yang paling panas adalah yang paling banyak menerima reduksi matahari, yaitu daerah khatulistiwa, bidang daratan menjadi panas dua kali lipat lebih cepat dari bidang air dengan luas yang sama. Bidang air kehilangan sebagian energi panasnya karena penguapan, sebab temperatur udara sebagian besar ditentukan oleh pantulan udara dengan permukaan tanah, maka terjadilah temperatur udara lebih tinggi dengan kelembaban udara yang rendah, dan temperatur sedang dengan kelembaban udara yang tinggi. Temperatur udara harian maksimum tercapai beberapa saat setelah intensitas cahaya maksimum kira-kira 2 (dua) jam setelah berkas sinar matahari jatuh tegak lurus pada waktu tengah hari karena itu penambahan panas tertinggi pada gedung terdapat pada fasade bagian barat sehingga

patokan umum dapat dianggap bahwa temperatur tertinggi sekitar 2 (dua) jam setelah posisi matahari tertinggi, dan temperatur terendah sebelum matahari terbit temperatur sudah mulai naik lagi pada saat matahari mulai terbit karena adanya penyebaran radiasi pada langit.

Panas yang diterima gedung pada daerah iklim tropis yang akan masuk ke dalam ruangan melalui atap dan dinding jika dicegah dengan aliran udara pada permukaan secara alami maupun buatan. Panas yang terjadi dalam gedung tidak menurun dari luar gedung pemanasan yang terjadi dapat disebabkan oleh radiasi matahari langsung, radiasi difus, dan radiasi gelombang panjang dari permukaan gedung di sekitarnya. Selain radiasi matahari, gedung menerima panas dari dalam ruangan seperti panas lampu, peralatan listrik, mesin yang bekerja, dapur yang sedang dipakai memasak dan panas tubuh penghuni yang menguap.

Pemilihan bahan gedung yang sesuai, berat dan warna sehubungan dengan cepat atau lambatnya dalam mengubah temperatur ruangan, membantu ruangan lambat atau cepat panas. Pada daerah tropis lembab, penurunan temperatur matahari hanya sedikit, sehingga pendinginan dehidrasi panas ke dingin hampir tidak mungkin terjadi. Penerimaan radiasi panas harus dihindari melalui peneduhan dan permukaan yang memantulkan cahaya, pemilihan bahan gedung yang baik untuk isolasi panas adalah bahan yang ringan dan kurang atau lambat menyerap panas. Jika gedung

digunakan pada siang hari sangat ideal jika selubung atap dan dinding menggunakan bahan yang lambat ditembus panas (bahan tebal dan berwarna putih) sehingga pelepasan panas terjadi malam hari, Sofyan (2002: 14).

3. Kecepatan Aliran Udara

Kecepatan aliran udara dalam ilmu klimatologi adalah kecepatan udara arah horizontal pada ketinggian 2 (dua) meter dari permukaan tanah yang datar, jadi angin permukaan kecepatannya dapat dipengaruhi oleh karakteristik permukaan yang dilalui. Menurut Rahim (2002 : 5), kecepatan angin pada dasarnya ditentukan oleh perbedaan tekanan udara antara tempat asal dan tujuan angin dan resistensi medan yang dilalui.

Menurut Sofyan (2002: 18), aliran udara merupakan faktor iklim yang penting dalam perencanaan. Kenyamanan suhu dalam ruangan yang akan berpengaruh langsung menaikkan temperatur dan kelembaban, tanpa aliran udara, membuat ruangan cepat jenuh dan menjadi tidak sehat karena konsentrasi CO₂ menjadi tinggi, serta oksigen menipis (kelembaban mendekati 100 RH%) serta aliran udara mendekati 0 m/detik, pada kondisi semacam ini dapat dipastikan kenyamanan suhu tidak dapat dicapai, manusia yang ada di dalam ruangan akan berkeringat, sementara keringat tidak dapat lagi menguap pada udara yang telah jenuh tanpa aliran udara.

Aliran udara mengakibatkan pelepasan panas dari permukaan kulit oleh penguapan, berarti penurunan temperatur atau proses

pendinginan pada kulit. Semakin besar kecepatan udara mengalir semakin besar panas yang hilang, hal ini terjadi apabila temperatur udara luar lebih rendah dibanding suhu rata-rata kulit 33°C , jika temperatur ruangan lebih tinggi dari kulit maka terjadi pemanasan tubuh. Kondisi thermal ini masih menimbulkan penguapan, tetapi pendinginan yang terjadi akibat adanya aliran udara tersebut tidak dapat lagi mengimbangi panas yang diterima oleh tubuh. Lippsmeir (1995: 45) mematok batas kecepatan udara dalam ruangan:

- a. 0.1 – 0.25 m/det, nyaman tanpa dirasakan ada gesekan udara.
- b. 0.25 - 0.5 m/det, nyaman gesekan udara sudah terasa.
- c. 0.5 - 1.0 m/det, gerakan udara terasa ringan.
- d. 1.0 - 1.5 m/det, aliran udara ringan sampai tidak menyenangkan.
- e. Di atas 1.5 m/det tidak menyenangkan diperlukan pengkondisian udara.

4. Kelembaban Udara Relatif

Menurut Balai Meterologi dan Klimatologi dalam Sofyan (2002: 18), kelembaban udara yang umum diambil adalah kelembaban relatif disingkat RH adalah perbandingan antara tekanan uap air yang terukur dengan tekanan uap air pada kondisi jenuh pada suhu tabung kering, umumnya dinyatakan dalam persen, yaitu:

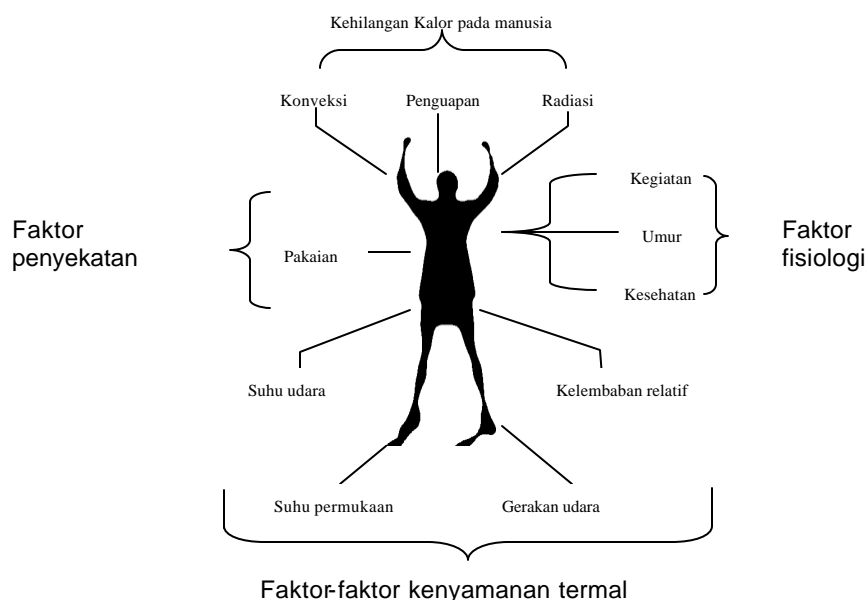
$$\text{RH} = (\text{Pa}/\text{Ps}) \times 100\%$$

Pa = Tekanan uap air aktual

Ps = Tekanan uap air pada kondisi jenuh

Jika udara dalam kondisi jenuh uap air, maka : $P_a = P_s$ dan $RH = 100\%$.

Udara jenuh artinya udara tidak dapat lagi menyerap air jika dalam temperatur tertentu uap air maksimum telah tercapai misalnya suhu udara 37°C dapat menyerap uap air sepuluh kali lebih banyak dibanding suhu udara 0°C . Jadi titik jenuh akan naik dengan meningkatnya temperatur. Temperatur lembab menunjukkan konsumsi antara temperatur bola kering dan kadar kelembaban udara. Manusia mulai merasakan kondisi iklim tropis tidak menyenangkan pada tekanan uap air di atas 2 (dua) kpa (kilo pascal). Penguapan pada kulit mengakibatkan pendinginan tubuh mulai sukar terjadi dan udara sendiri tidak dapat lagi menyerap cukup kelembaban, untuk menjaga kenyamanan tubuh sebaiknya kelembaban udara berada dalam daerah sedang 30 RH% - 60 RH% dan tidak kurang 20 RH% serta perubahannya tidak melebihi 2 RH% per jam.



Gambar 7. Faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal

D. Penelitian Terdahulu yang Sejenis

Penelitian masalah termal dalam bangunan yang beriklim tropis lembab telah banyak dilakukan khususnya dalam lingkungan Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Husnah Rahim pada tahun 2002 telah melakukan penelitian dengan judul *Pengaruh Orientasi Bangunan Terhadap Temperatur Ruang Pada Rumah Sederhana Tipe 21 Perumahan Bumi Tamalanrea Permai Makassar*. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran dianalisis dengan memasukan ke dalam persamaan perpindahan panas pada dinding, kaca, dan bukaan. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa temperatur ruang pada keempat orientasi bangunan berbeda-beda.

Posisi penelitian *Tingkat Kenyamanan Termal Ditinjau Dari Orientasi Bangunan Pada Ruang Tamu Rumah Tinggal Sederhana Tipe 50 Perumahan Nusa Tamalanrea Indah Makassar* merupakan hasil penelitian sejenis yang diharapkan dapat melengkapi penelitian yang sudah ada. Hasil pengukuran dalam penelitian dianalisis dengan menggunakan metoda statistik untuk mendapatkan hasil perbandingan angka-angka kasar masing-masing variabel dan untuk mengetahui perbedaan rata-rata tingkat kenyamanan termal antara masing-masing ruang tamu pada orientasi bangunan yang berbeda.

Panennungi pada tahun 2002 telah melakukan penelitian *Studi Optimasi Suhu Dan Kelembaban Relatif Pada Ruang Kuliah Univeristas Negeri Makassar*. Tujuan penelitian ini ialah mengetahui besarnya

suhu dan kelembaban relatif yang terjadi pada tiap-tiap orientasi ruang kuliah, hubungan orientasi ruang dengan suhu dan kelembaban relatif di luar dan di dalam ruang.

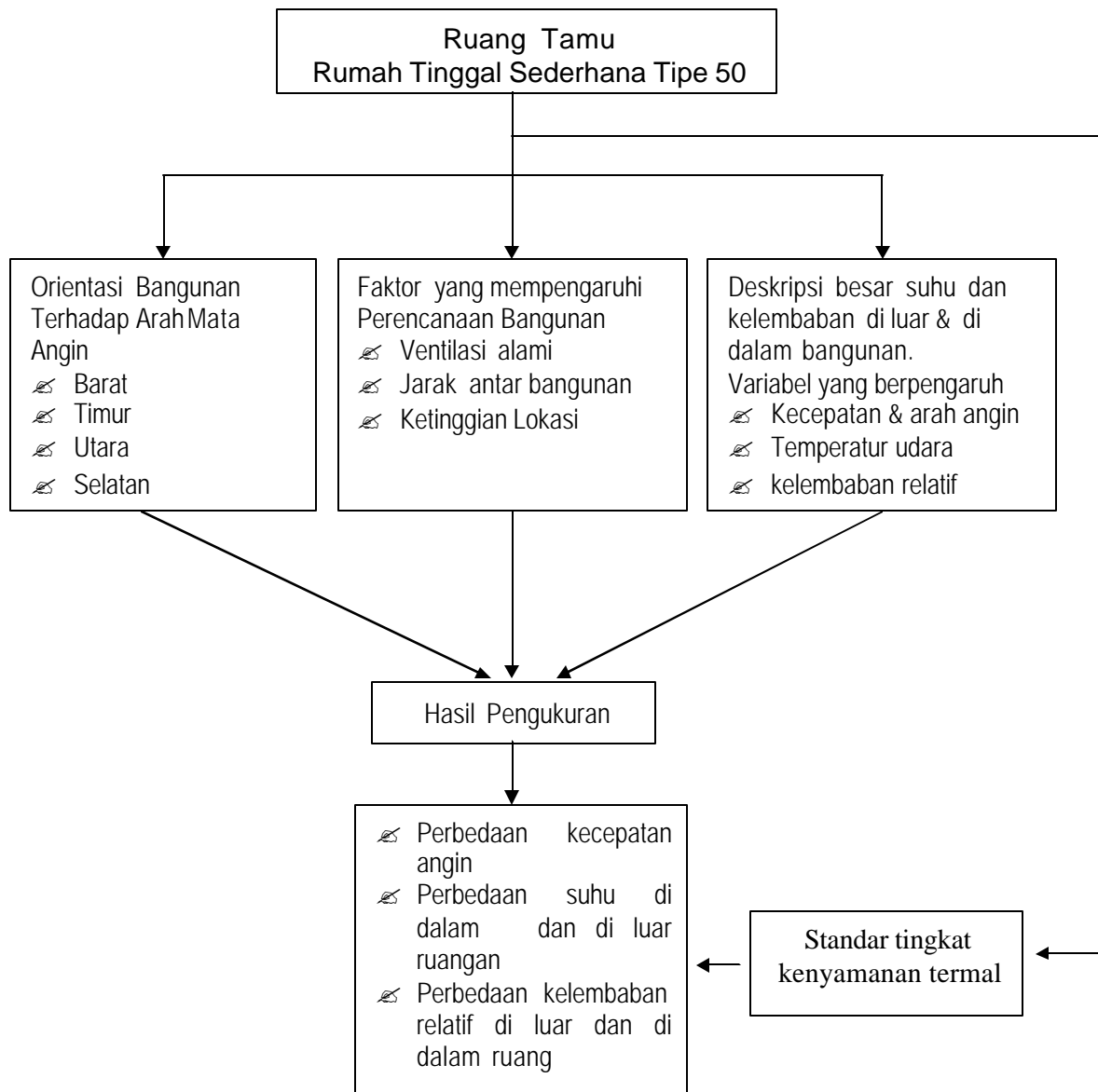
M. Husni Kotta pada tahun 2005 dalam penelitiannya yang berjudul *Pengaruh Pemakaian Kaca Terhadap Suhu Udara Dalam Dan Luar Gedung (Studi Kasus Gedung Kantor Rektorat Universitas 45 Makassar)* berkesimpulan bahwa tingkat radiasi matahari menunjukkan pengaruh berarti terhadap suhu udara dalam dan ruang gedung. Terjadinya perubahan suhu udara setiap lantai disebabkan pengaruh fluktuasi cuaca, aerodinamika dan ketinggian gedung. Pemakaian kaca pada jendela harus diperhatikan bukan hanya sebagai unsur estetika tetapi juga mempengaruhi kenyamanan termal dalam ruangan.

Hidayat Marmin pada tahun 2006 melakukan penelitian dengan judul *Studi Kenyamanan Termal Masjid Al-Markaz Al-Islamy Makassar* bertujuan mengetahui taraf signifikansi kenyamanan termal yang terjadi di dalam ruang utama lantai 2 dan ruang balkon lantai 3 pada masjid tersebut. Penelitian berkesimpulan bahwa temperatur panas yang terjadi dalam ruang disebabkan oleh laju angin dari luar belum maksimal membantu pergerakan udara dalam bangunan karena tidak terdapat ventilasi pada bidang atap, serta besarnya jarak bentangan ruang.

Berdasarkan uraian beberapa hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa kenyamanan termal dalam suatu ruang sangat tergantung pada pengaturan fisik bangunan baik perencanaan maupun

bahan material bangunan serta kondisi alam sekitarnya. Faktor kondisi iklim mikro setempat sangat berpengaruh pada tingkat kenyamanan termal dan juga sangat terkait pada aspek orientasi bangunan.

E. Kerangka Pikir



Gambar 8. Kerangka Pikir Penelitian

F. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

Jika terjadi perbedaan orientasi bangunan maka akan terjadi perbedaan temperatur ruang di dalam bangunan.

BAB III

METODE PENELITIAN

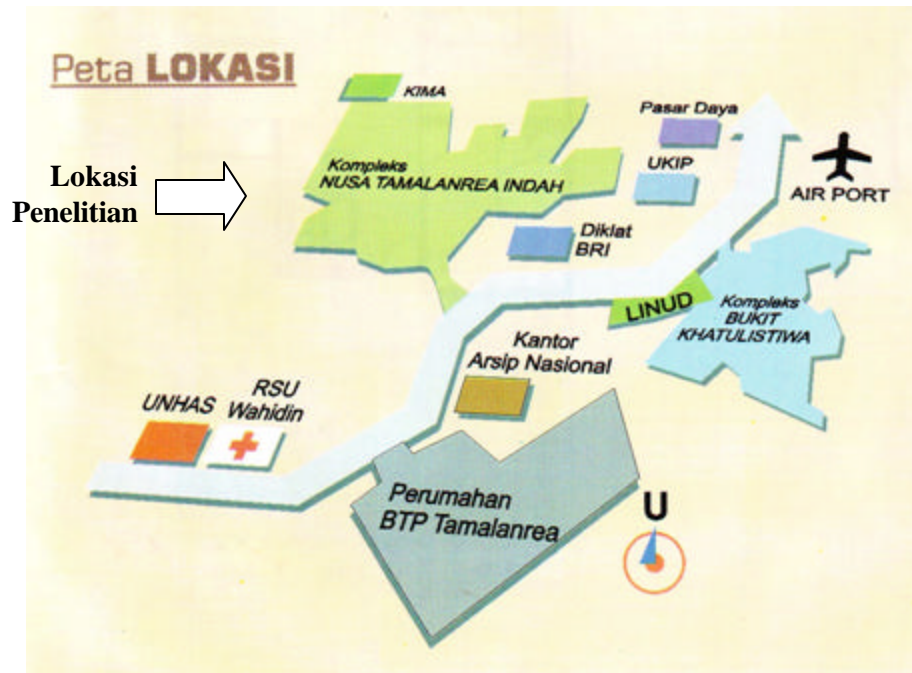
A. Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimen dilaksanakan pada bangunan perumahan yang sudah dihuni. Penelitian dilakukan pada empat unit rumah yang memiliki bentuk, konstruksi dan material yang sama, tetapi keempat unit rumah tersebut berbeda orientasinya terhadap arah mata angin (Barat, Timur, Utara dan Selatan). Setiap unit rumah mewakili satu orientasi bangunan.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perumahan Nusa Tamalanrea Indah Makassar tipe 50 m². Unit rumah yang dijadikan penelitian adalah Blok DE/12 untuk rumah orientasi Barat, Blok DC/2 untuk rumah orientasi Timur, Blok DF/18 untuk rumah orientasi Utara, dan Blok DB/20 untuk rumah orientasi Selatan.

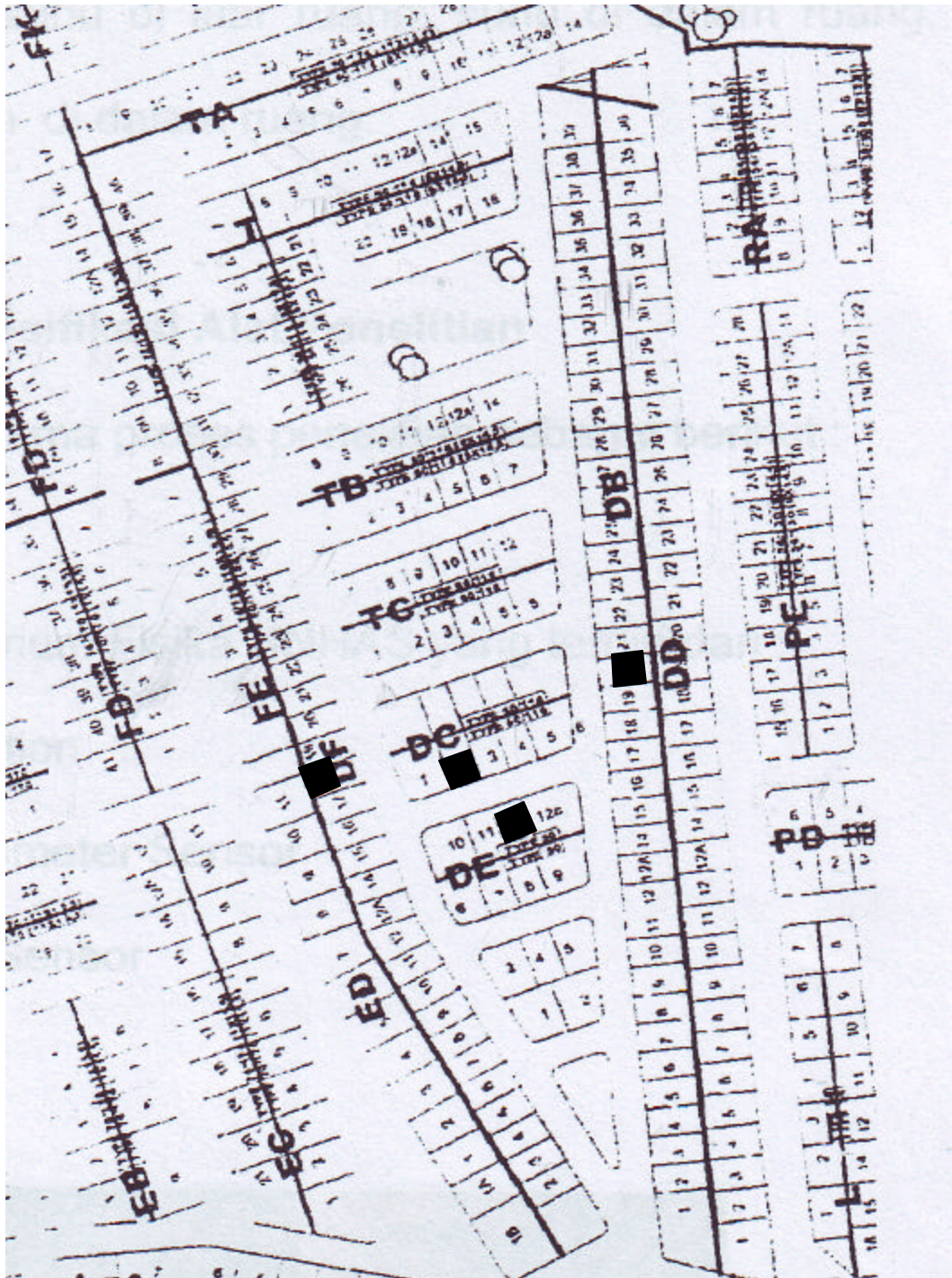
Pengukuran tingkat kenyamanan termal pada keempat unit rumah dilaksanakan bersamaan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2007. Waktu pengukuran termal di lapangan dilaksanakan selama 11 hari mulai tanggal 14 – 24 Mei 2007.



Gambar 9. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 10. Master Plan Perumahan Nusa Tamalanrea Indah



Gambar 11. Site Plan Blok DE, DB, DC, DF Tipe 50 Perumahan Nusa Tamalanrea Indah Makassar

C. Populasi dan Teknik Sampel

1. Populasi

Populasi adalah totalitas semua kasus, kejadian, orang, hal dan lain-lain. Populasi dapat berwujud sejumlah manusia, sejumlah hunian dan lainnya. Berdasarkan pengertian tersebut dan sesuai dengan objek penelitian, maka yang menjadi populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh rumah type 50 di perumahan Nusa Tamalanrea Indah Makassar yang sesuai dengan kriteria penelitian.

2. Teknik Sampel

Sampel adalah beberapa contoh kasus yang diambil dari sebagian populasi yang akan diteliti yang mewakili keseluruhan populasi. Teknik sampel yang digunakan adalah purposif sampling (sampel bertujuan) dengan kriteria adalah mengambil 4 unit rumah yang memiliki orientasi berbeda masing-masing 1 unit rumah mewakili 1 orientasi (Barat, Timur, Utara dan Selatan). Keempat unit rumah yang dijadikan sampel dianggap homogen baik terhadap bentuk, konstruksi dan kondisi lingkungan yang sama.

D. Variabel Penelitian

Variabel yang diperhatikan dalam penelitian ini adalah orientasi bangunan, kecepatan angin, suhu di luar ruang, suhu di dalam ruang, kelembaban relatif di luar dan di dalam ruang.

E. Spesifikasi Alat Penelitian

Alat yang digunakan selama proses penelitian sebagai berikut :

1. Personal Komputer
2. Alat Ukur Milik Laboratorium Fisika UNHAS yang terdiri dari :
 - a. Oregon Weather Station
 - b. Baro – Thermo Higrometer Sensor
 - c. Thermo Higrometer Sensor
 - d. Anemometer Sensor



Gambar 12. Alat Ukur Milik Laboratorium Fisika UNHAS

3. Alat Ukur Milik Laboratorium BPKL – PPM Kelas I Makassar, berupa tiga set Entelligent Meter model YK – 2001 TM dengan merek Lutron



Gambar 13. Alat Ukur Milik Laboratorium BTKL-PPM Kelas I Makassar

4. Kamera Nikon AP250SV (Film ASA 100) dipergunakan untuk merekam gambar visual dalam penelitian ini.

F. Cara Kerja Alat Ukur

Cara kerja alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Oregon Weather Station

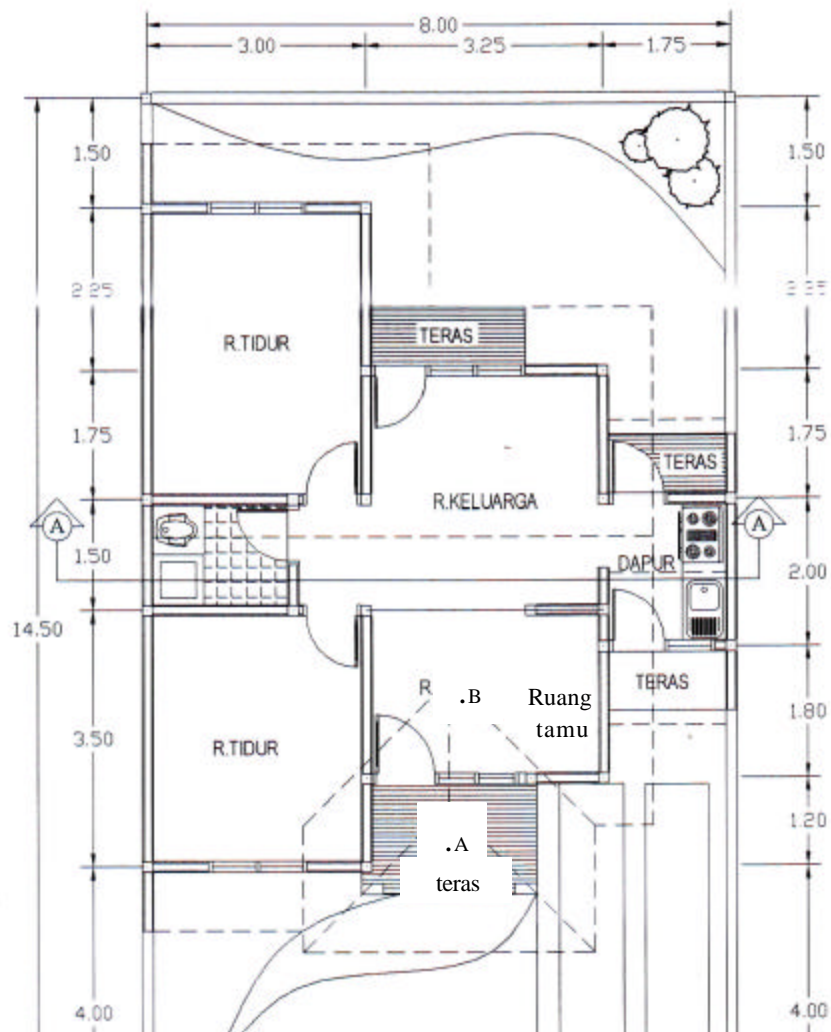
Alat ini dapat mendeteksi beberapa kondisi cuaca. Khusus pada penelitian ini kondisi yang diukur adalah temperatur ruang (dalam/luar), kelembaban udara relatif (dalam/luar), serta kecepatan angin (dalam/luar). Alat ini bekerja sendiri secara otomatis non stop dengan data terout-put dan dapat terentry langsung ke komputer yang di akses langsung pada saat pengukuran.

2. Entelligent Meter

Alat ini terdiri dari 3 unit kabel yang masing-masing 1 unit untuk mengukur temperatur ruang (dalam/luar), 1 unit untuk mengukur kelembaban udara relatif ruang (dalam/luar), serta 1 unit untuk mengukur kecepatan angin (dalam/luar). Masing-masing kabel dapat dipasang secara bergantian pada alat monitor sesuai kondisi yang diukur. Pada saat kabel yang dikondisikan dihubungkan pada monitor maka akan muncul data pada layar monitor angka hasil pengukuran dan tekan tombol yang ada pada monitor pada saat waktu pengukuran yang dijadikan selang waktu pengukuran.

G. Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data di lapangan dilakukan selama 12 jam dari pukul 08.00 WITA sampai pukul 19.00 WITA dalam sehari dan berlangsung selama 11 hari kerja. Pengukuran variabel luar dan dalam ruangan dilakukan bersamaan dengan 2 titik pengukuran. (lihat Gambar 14)



Keterangan Gambar :

- A. Penempatan titik ukur pengukuran variabel di luar ruang
- B. Penempatan titik ukur pengukuran variabel di dalam ruang

Gambar 14. Posisi penempatan titik ukur

Adapun teknik pengambilan data sebagai berikut :

1. Pengukuran temperatur dan kelembaban luar ruangan dilakukan dengan menggunakan Thermo Hygrometer.

2. Pengukuran temperatur dan kelembaban dalam ruangan dilakukan dengan menggunakan Baro Thermo Hygrometer. Pengukuran kondisi termal tengah ruangan penempatan alat pengukur variabel dalam ruangan ditempatkan di tengah ruangan dengan posisi ketinggian sekitar 100 cm.
3. Pengukuran kecepatan angin dengan menggunakan Anemometer Sensor yang diletakkan di luar bangunan untuk memperoleh keadaan angin di luar bangunan dan anemometer sensor diletakkan pada bagian dalam ruang untuk memperoleh besarnya kecepatan angin yang masuk ke dalam ruang.

Pengukuran variabel-variabel dilakukan pada empat unit rumah yang memiliki orientasi arah angin dari Timur, Barat, Utara, dan Selatan. Waktu pengukuran masing-masing unit rumah dilakukan selama 11 (sebelas) hari berturut-turut mulai pukul 08.00 – 19.00. Data diukur setiap selang waktu 1 jam.

Semua data hasil pengukuran dikumpulkan lalu didistribusikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian hasil pengukuran tersebut dirata-ratakan untuk mendapatkan hasil temperatur pada masing-masing ruang tamu setiap unit rumah.

H. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan untuk memperkuat pembuktian hipotesis maka digunakan metode analisis statistik untuk menjawab

permasalahan penelitian yaitu mengukur besar tingkat kenyamanan termal yang terjadi pada ruang tamu tipe 50 pada masing-masing rumah dengan orientasi bangunan yang berbeda. Model analisis yang digunakan adalah dengan menghitung rata-rata (mean) suhu, kecepatan angin dan kelembaban relatif. Rumus untuk menghitung rata-rata adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots(3-1)$$

Dimana : X1 = pengamatan ke-1

Xn = pengamatan ke-n

X = rata-rata

I. Definisi Operasional

1. Temperatur dalam ruang adalah temperatur ruang sampel di dalam bangunan yang diukur dengan Baro-Hygrometer Sensor dengan satuan derajat celcius dilakukan pada waktu pengukuran variabel lainnya.
2. Temperatur luar adalah temperatur pada sisi luar bangunan yang diukur dengan Thermo-Hygrometer Sensor dengan satuan derajat celcius dilakukan pada waktu pengukuran variabel lainnya.
3. Kelembaban relatif luar ruang adalah kelembaban relatif ruang sampel di luar bangunan yang diukur dengan Thermo-Hygrometer Sensor dengan satuan % dilakukan pada waktu pengukuran variabel lainnya.

4. Kelembaban relatif dalam ruang adalah kelembaban relatif ruang sampel di dalam bangunan yang diukur dengan Baro-Hygrometer dengan satuan % dilakukan pada waktu pengukuran variabel lainnya.
5. Kecepatan angin luar bangunan adalah besarnya kecepatan angin di luar bangunan yang diukur dengan alat anemometer sensor dengan satuan m/detik dilakukan pada waktu pengukuran variabel lainnya.
6. Kecepatan angin dalam ruang adalah besarnya kecepatan angin yang masuk ke dalam ruangan yang diukur dengan alat Anemometer Sensor dengan satuan m/detik dilakukan pada waktu pengukuran variabel lainnya.
7. Ventilasi alami dapat diartikan bukaan atau lubang berupa jendela, pintu atau ventilator yang berfungsi mengalirkan udara secara terus menerus, perbedaan tekanan udara luar yang disebabkan oleh angin secara alamiah.
8. Orientasi bangunan adalah letak unit rumah yang diukur berdasarkan arah Utara, Selatan, Barat dan Timur.
9. Jarak antara bangunan adalah jarak antara bangunan satu dengan bangunan lainnya yang perlu diperhatikan untuk memudahkan pengaturan sirkulasi udara serta perletakkan bukaan.
10. Ketinggian lokasi adalah ketinggian permukaan tanah tempat dibangunnya rumah. Idealnya untuk daerah tropis ketinggian lokasi untuk rumah adalah 200 meter di atas permukaan laut.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Lokasi Penelitian

Pembangunan Perumahan Nusa Tamalanrea Indah dikelola oleh Perseroan Terbatas bernama PT Nusasembada Bangunindo berdasarkan Akta Notaris dengan SK Menteri Kehakiman RI Nomor : M-48-HT.03.01-Tahun 1988 tanggal 16 Juli 1988 dan Pejabat Pembuat AktaTanah dengan SK Kepala Badan Pertanahan Nasional RI Nomor: 54-XI-1991 tanggal 17 September 1991. Maksud dan tujuan dari perseroan ini ialah melakukan usaha dalam bidang real estate antara lain melakukan usaha pembangunan gedung, perumahan, melakukan penjualan serta menyewa gedung dan hak atas tanah, property dan lain-lain sebagainya.

Kompleks Perumahan Nusa Tamalanrea Indah terletak di Kelurahan Tamalanrea Kecamatan Tamalanrea Makassar. Pembangunan dimulai tahun 1991 yang diawali dengan kegiatan pembebasan tanah. Sedangkan pembangunan fisiknya dimulai tahun 1993. Khusus untuk tipe 50 terdapat 173 unit rumah dengan luas lahan 116 m² setiap unitnya. Luas lahan secara keseluruhan untuk tipe 50 seluas 9 hektar.

Penelitian dilakukan pada 4 unit rumah yang memiliki orientasi Utara, Selatan, Barat dan Timur. Kondisi lingkungan luar keempat unit rumah dianggap sama. Di depan masing-masing rumah terdapat jalan

dengan lebar 3 meter. Keempat unit bangunan memiliki desain bangunan yang sama baik dari segi penggunaan material, luas ruangan, luas jendela dan lain-lain sebagainya. Rumah tersebut dibangun secara kopel. Pemilihan ruang tamu sebagai objek penelitian untuk membatasi permasalahan.

B. Data Ruang Tamu

Ruang tamu pada unit penelitian merupakan ruang persegi panjang yang diapit oleh 3 buah dinding yang terdiri dari 1 dinding dalam ruangan dan 2 dinding yang berhubungan langsung dengan temperatur di luar ruangan. Adapun data ruang tamu sebagai berikut:

1. Luas ruangan : 2.50 m x 2.25 m
2. Tinggi ruangan : 2.80 m
3. Luas jendela : 2.24 m²
4. Tebal kaca jendela : 3 mm
5. Bentuk ruangan : Persegi panjang
6. Material dinding : Batu bata dipleser dan dicat
7. Ketebalan dinding : 100 mm

C. Analisis Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa orientasi bangunan yang berbeda terhadap arah angin mengakibatkan tingkat kenyamanan termal yang berbeda pula meskipun perbedaannya tidak terlalu besar. Hasil pengukuran di dalam ruangan dan di luar ruangan meliputi

pengukuran suhu kelembaban relatif dan kecepatan angin. Pengukuran dilaksanakan tanggal 14 Mei sampai 24 Mei 2007. Waktu pengukuran dimulai pukul 08.00 – 19.00 (WITA) selama 11 hari berturut-turut. Hasil pengukuran setiap rumah dapat kita lihat sebagai berikut.

1. Rumah Berorientasi ke Arah Barat

Hasil pengukuran tingkat kenyamanan termal selama 11 hari mulai pukul 08.00 WITA sampai pukul 19.00 WITA dapat dilihat pada tabel 2,3,4,

Tabel 2. Hasil Pengukuran Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$) dalam Ruang pada Ruang Tamu Rumah Orientasi Barat

N 0	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	8.00	27.20	26.40	27.10	27.30	28.10	27.50	26.70	28.20	27.20	26.20	28.20	27.28
2	9.00	28.50	27.80	28.00	28.50	29.70	28.50	27.20	29.10	28.10	27.70	28.50	28.33
3	10.00	29.50	29.50	29.00	29.50	30.10	29.50	28.00	30.00	29.50	28.10	30.00	29.34
4	11.00	30.10	29.50	30.10	30.00	31.00	30.50	29.50	31.50	30.00	29.20	31.70	30.28
5	12.00	31.70	30.50	31.30	31.10	32.00	32.00	30.50	32.00	31.00	30.30	31.90	31.30
6	13.00	32.50	30.50	32.00	32.00	32.50	32.50	31.50	32.50	32.00	31.50	32.50	32.00
7	14.00	32.90	32.00	33.50	33.50	32.90	32.10	32.00	33.00	32.50	32.00	33.00	32.67
8	15.00	32.90	32.50	33.60	33.50	32.00	32.00	32.50	33.50	33.10	32.50	32.90	32.82
9	16.00	33.20	33.00	33.90	33.50	33.10	33.20	32.50	33.40	33.50	32.50	33.10	33.17
10	17.00	31.00	32.00	33.20	33.00	32.50	33.00	33.00	33.50	33.00	33.00	32.00	32.65
11	18.00	30.50	28.50	31.50	30.50	31.50	31.50	30.50	30.50	31.00	32.00	32.00	30.91
12	19.00	28.20	27.30	29.70	28.40	28.50	28.10	28.00	28.50	28.50	29.20	29.00	28.49

Sumber: Data Primer Diolah Mei 2007

Pada pagi hari (pukul 8.00 – 10.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar $26,20^{\circ}\text{C}$, tertinggi sebesar $30,10^{\circ}\text{C}$. Kelembaban relatif di dalam ruang terendah sebesar $68,00\text{ RH}\%$, tertinggi sebesar $73,15\text{ RH}\%$. Kecepatan angin di dalam ruang terendah sebesar $0,00\text{ m/detik}$, tertinggi sebesar $0,30\text{ m/detik}$. Suhu di luar ruang terendah sebesar $26,00^{\circ}\text{C}$, tertinggi sebesar $29,90^{\circ}\text{C}$. Kelembaban relatif di

luar ruang terendah sebesar 67,05 RH%, tertinggi sebesar 74,21 RH%. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar 0,00 m/detik. Tertinggi sebesar 0,33 m/detik. (lihat tabel 2,3,4)

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kelembaban Udara Relatif (RH%) pada Ruang Tamu untuk Orientasi Barat

No	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	8.00	70.45	72.55	69.17	68.10	70.37	70.55	70.33	68.10	69.15	70.05	69.35	69.83
2	9.00	69.18	70.43	69.85	68.00	70.19	70.50	70.17	68.00	68.05	70.00	69.20	69.42
3	10.00	69.00	73.15	69.00	68.00	86.75	69.77	69.58	68.10	65.35	69.57	68.85	70.65
4	11.00	74.25	70.56	67.93	66.33	68.15	68.45	70.10	68.15	65.15	67.15	67.75	68.54
5	12.00	75.80	70.30	67.85	66.15	68.95	67.60	68.25	66.37	65.75	66.95	69.05	68.46
6	13.00	67.15	69.15	65.70	65.30	65.35	64.95	63.00	64.95	63.68	66.70	65.00	65.54
7	14.00	72.18	70.20	65.36	67.85	65.17	64.70	63.10	64.40	63.51	66.40	65.00	66.17
8	15.00	64.15	65.37	64.15	65.93	64.80	64.25	62.15	63.15	63.30	64.85	62.37	64.04
9	16.00	65.59	67.10	64.00	66.85	65.91	65.90	63.35	63.00	63.15	64.75	62.48	64.73
10	17.00	66.96	67.14	64.00	66.87	66.15	67.10	65.77	63.17	63.60	66.00	65.90	65.70
11	18.00	69.00	70.10	67.15	67.09	69.33	69.57	69.15	69.90	67.00	68.08	67.00	68.49
12	19.00	69.18	72.55	70.05	70.10	71.76	70.15	71.19	70.15	69.15	70.36	70.45	70.46

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kecepatan Angin (m/detik) pada Ruang Tamu untuk Orientasi Barat

No	Waktu (wita)	Hasil Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	9.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
3	10.00	0.15	0.00	0.00	0.20	0.00	0.15	0.30	0.25	0.29	0.15	0.00	0.14
4	11.00	0.00	0.05	0.48	0.50	0.30	0.20	0.10	0.00	0.05	0.30	0.35	0.21
5	12.00	0.25	0.10	0.00	0.00	0.17	0.55	0.15	0.38	0.50	0.15	0.45	0.25
6	13.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.40	0.55	0.60	0.20	0.66	0.23
7	14.00	0.55	0.25	0.45	0.00	0.00	0.50	0.47	0.00	0.00	0.28	0.05	0.23
8	15.00	0.15	0.00	0.26	0.34	0.00	0.00	0.15	0.55	0.00	0.34	0.35	0.19
9	16.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.36	0.45	0.00	0.25	0.00	0.50	0.00	0.16
10	17.00	0.00	0.45	0.00	0.18	0.35	0.00	0.00	0.15	0.15	0.00	0.00	0.12
11	18.00	0.45	0.00	0.35	0.00	0.40	0.00	0.30	0.00	0.35	0.00	0.45	0.21
12	19.00	0.40	0.45	0.50	0.40	0.00	0.45	0.40	0.05	0.40	0.45	0.45	0.36

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

Perbedaan suhu rata-rata di dalam ruang pada keempat unit rumah yang berbeda orientasinya teradap arah angin baik pada waktu pagi, siang, sore,dan malam hari disebabkan perbedaan orientasi

lubang ventilasi terhadap arah datangnya udara (angin) dari arah Barat.

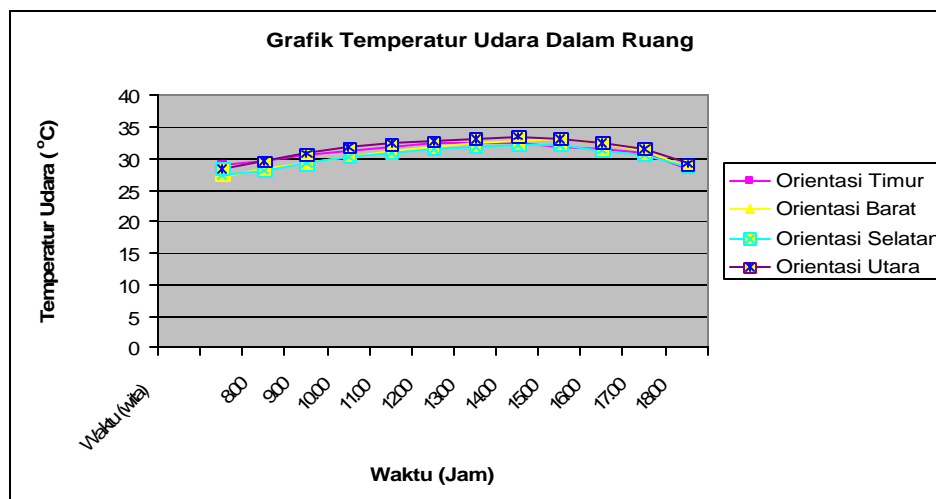
Hasil pengukuran pada pagi hari, temperatur rata-rata menunjukkan tingkat kenyamanan termal mendekati hangat nyaman dengan nilai $27,28^{\circ}\text{C}$ pada pukul 08.00 pagi. Temperatur udara dalam ruang naik $2,06^{\circ}\text{C}$ sehingga menjadi $29,34^{\circ}\text{C}$ pada pukul 10.00. Hasil pengukuran temperatur rata-rata dalam ruang berada di atas standar kenyamanan termal yang disyaratkan SNI T – 14 – 1993 – 03 yaitu batas kondisi nyaman sebesar $27,10^{\circ}\text{C}$ sehingga temperatur udara sudah mulai tergolong panas. Hasil pengukuran temperatur udara rata-rata dalam ruang dapat dilihat pada tabel 5. dan gambar grafik 15.

Berdasarkan gambar grafik 15 menunjukkan perbedaan temperatur rata-rata dalam ruang tamu pada masing-masing rumah yang berbeda orientasinya. Pada pagi hari (pukul 08.00 – 10.00) perbedaan temperatur antara setiap ruang tamu tidak terlalu jauh berbeda berkisar antara $27,28^{\circ}\text{C}$ - $30,86^{\circ}\text{C}$. Hal ini dapat dilihat pada angka kenaikan suhu pada setiap jamnya. Demikian pula pada siang, sore, dan malam hari. Hal yang menarik bahwa pada pukul 16.00 ruang tamu pada rumah yang berorientasi ke arah Timur mempunyai suhu terendah yakni $31,85^{\circ}\text{C}$. Rendahnya temperatur disebabkan pengaruh posisi sinar matahari.

Tabel 5. Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) Rata-Rata Dalam Ruang Pada Ruang Tamu

No.	Waktu (WITA)	Orientasi			
		Barat	Timur	Utara	Selatan
1	8.00	27.28	28.98	28.42	27.32
2	9.00	28.33	29.84	29.61	28.25
3	10.00	29.34	30.65	30.86	29.25
4	11.00	30.28	31.18	31.79	30.36
5	12.00	31.30	31.88	32.41	31.09
6	13.00	32.00	32.31	32.82	31.52
7	14.00	32.67	32.46	33.15	31.94
8	15.00	32.82	32.58	33.54	32.26
9	16.00	33.17	31.85	33.23	32.14
10	17.00	32.65	31.63	32.32	31.42
11	18.00	30.91	31.19	31.55	30.60
12	19.00	28.49	28.78	29.11	28.74
Rata-rata		30.77	31.11	31.57	30.41

Sumber : Data primer diolah Mei 2007



Gambar 15. Grafik Temperatur Udara dalam Ruang

Suhu dalam ruang dipengaruhi oleh aliran udara yang masuk ke dalam ruang melalui pintu, jendela, dan lubang ventilasi. Standar kecepatan angin (udara) dalam ruang untuk kondisi orang Indonesia minimal yang disyaratkan dengan kecepatan 0,1 – 0,25 m/dtk. Kecepatan ini dirasakan nyaman tanpa terasa adanya gerakan udara di kulit.

Kondisi kecepatan angin di lapangan saat pengukuran berlangsung pada pagi hari relatif tenang (kecepatan angin relatif kecil) yaitu kecepatan angin rata-rata berkisar 0,00 - 0,14 m/detik . Walaupun dengan kecepatan angin yang relatif kecil, rumah yang berorientasi ke arah Barat masih memperoleh aliran udara yang lebih besar dari arah lainnya yang menyebabkan terjadinya perbedaan temperatur dalam ruang.

Ventilasi yang menghadap arah datangnya angin (Barat) akan lebih banyak menerima tangkapan angin dibandingkan posisi perletakan lubang ventilasi yang menghadap orientasi lainnya. Sehingga pada akhirnya membentuk sirkulasi dan lapisan udara dalam ruang berbeda pula. Aliran udara pada pagi hari dalam ruang relatif konstan akibatnya tidak terlalu terasa pergerakan udara. Hasil pengukuran kecepatan angin rata-rata pada setiap orientasi dapat kita lihat pada tabel 8 dan gambar 16.

Berdasarkan gambar grafik 16 menunjukkan perbedaan kecepatan angin rata-rata dalam ruang tamu pada masing-masing rumah yang berbeda orientasinya. Pada pagi hari (pukul 08.00 – 09.00) tidak terlalu jauh berbeda kecepatan anginnya berkisar antara 0,00 m/detik - 0,04 m/detik. Kecepatan angin mulai bergerak naik pada pukul 10.00 dengan level 0,10 m/detik – 0,14 m/detik hingga pukul 11.00 ruang tamu pada rumah berorientasi ke arah Barat mendapat kecepatan angin maksimum. Pada pukul 12.00 ruang tamu

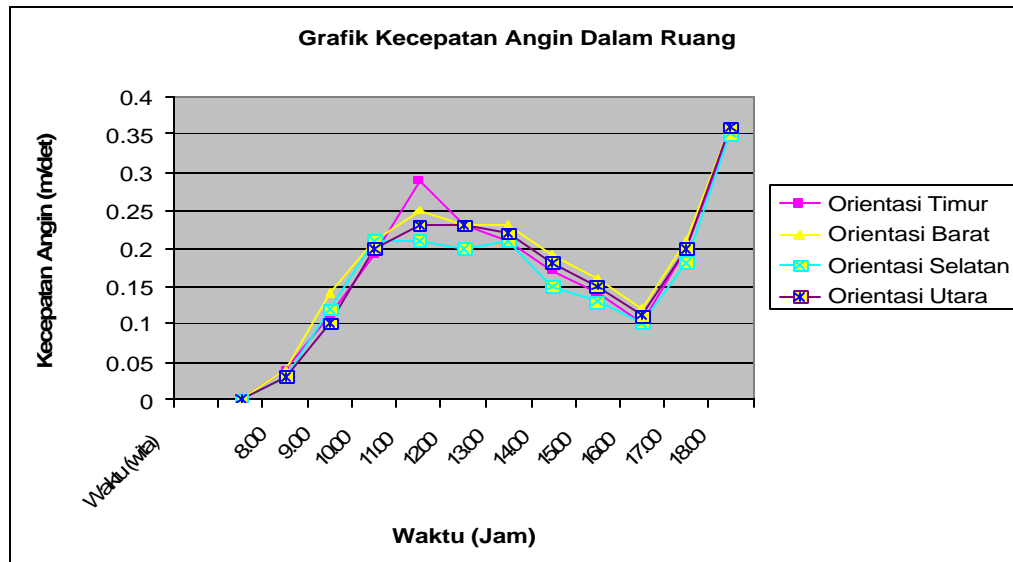
yang berorientasi ke arah Timur mendapat kecepatan angin terbesar dengan nilai 0,29 m/detik. Pukul 13.00 kecepatan angin terbesar terdapat pada ruang tamu rumah berorientasi ke arah Barat. Hal ini berlangsung hingga malam hari (pukul 19.00).

Perbedaan orientasi bangunan terhadap arah angin menyebabkan terjadinya perbedaan kelembaban relatif dalam ruang pada masing-masing ruang tamu. Pada pagi hari (pukul 08.00-10.00) kondisii kelembaban relatif rata-rata relatif konstan berkisar 69,42 RH% - 70,65 RH%. Kondisi ini masih berada pada standar kenyamanan termal berdasarkan standar SNI – I – 14 – 1993 – 03 yaitu berkisar 70 RH% - 60 RH%. Perbedaan kelembaban relatif rata setiap unit rumah yang berbeda orientasinya terhadap arah angin dapat dilihat pada tabel 9 gambar grafik 17.

Tabel 6. Kecepatan Angin (m/detik) Rata-Rata dalam Ruang pada Ruang Tamu

No	Waktu (WITA)	Orientasi			
		Barat	Timur	Utara	Selatan
1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	9.00	0.04	0.04	0.03	0.03
3	10.00	0.14	0.11	0.10	0.12
4	11.00	0.21	0.19	0.20	0.21
5	12.00	0.25	0.29	0.23	0.21
6	13.00	0.23	0.23	0.23	0.2
7	14.00	0.23	0.21	0.22	0.21
8	15.00	0.19	0.17	0.18	0.15
9	16.00	0.16	0.14	0.15	0.13
10	17.00	0.12	0.10	0.11	0.1
11	18.00	0.21	0.20	0.20	0.18
12	19.00	0.36	0.35	0.36	0.35
Rata-rata		0.18	0.17	0.17	0.16

Sumber : Data primer diolah Mei 2007



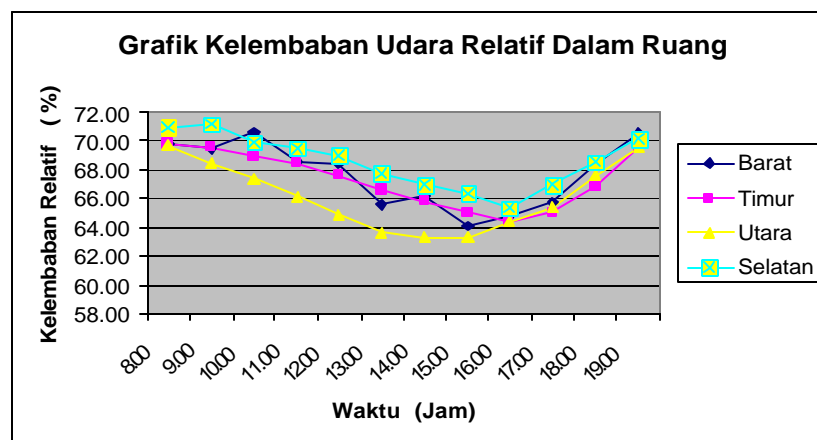
Gambar 16 . Grafik Kecepatan Angin dalam Ruang

Berdasarkan gambar grafik 17 menunjukkan perbedaan kelembaban udara relatif rata-rata pada pagi hari pukul 08.00 – 16.00 ruang tamu rumah yang berorientasi ke arah Utara mempunyai kelembaban udara relatif rata-rata terendah. Pada pukul 17.00 – 19.00 kelembaban udara relatif rata-rata terendah terdapat pada ruang tamu rumah berorientasi ke arah Timur. Sedangkan untuk ruang tamu rumah berorientasi lainnya kelembaban udaranya selalu berubah-ubah hal ini dipengaruhi oleh besarnya kecepatan angin yang masuk ke ruang tamu melalui lubang ventilasi yang menyebabkan terjadinya perubahan temperatur udara. Perubahan temperatur udara ikut mempengaruhi kelembaban udara relatif. Kelembaban udara relatif rata-rata tertinggi dicapai ruang tamu rumah berorientasi ke arah Selatan.

Tabel 7. Kelembaban Relatif (RH%) dalam Ruang pada Ruang Tamu

No	Waktu (WITA)	Orientasi			
		Barat	Timur	Utara	Selatan
1	8.00	69.83	69.84	69.70	70.91
2	9.00	69.42	69.62	68.41	71.14
3	10.00	70.65	68.89	67.40	69.96
4	11.00	68.54	68.48	66.16	69.45
5	12.00	68.46	67.64	64.84	68.99
6	13.00	65.54	66.59	63.64	67.74
7	14.00	66.17	65.79	63.31	66.96
8	15.00	64.04	65.05	63.27	66.35
9	16.00	64.73	64.47	64.38	65.40
10	17.00	65.70	65.00	65.40	66.93
11	18.00	68.49	66.85	67.65	68.52
12	19.00	70.46	69.42	69.56	70.17
Rata-rata		67.66	67.30	66.14	68.54

Sumber : Data primer diolah Mei 2007



Gambar 17 . Grafik Kelembaban Udara dalam Ruang

Siang hari (pukul 11.00 – 15.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar 29,20 °C, tertinggi sebesar 33,60 °C. Kelembaban relatif di dalam ruang terendah sebesar 62,15 RH%, tertinggi sebesar 75,80 RH%. Kecepatan angin di dalam terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,66 m/detik. Suhu di luar ruang terendah sebesar 29,00 °C, tertinggi sebesar 33,00 °C. Kelembaban relatif di luar ruang terendah sebesar 62,00 RH%, tertinggi sebesar 73,81 RH%. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,59 m/detik. (lihat tabel 2,3,4)

Hasil pengukuran menunjukkan perubahan temperatur udara lebih berfluktuasi pada siang hari. Pada pukul 11.00 – 15.00 WITA temperatur udara rata-rata berfluktuasi sangat tinggi melebihi standar kenyamanan termal ($27,10^{\circ}\text{C}$) yaitu berkisar $30,28^{\circ}\text{C}$ sehingga kondisi udara tergolong panas.

Perubahan temperatur udara lebih berfluktuasi pada siang hari, ternyata ikut mempengaruhi perubahan kelembaban udara relatif dalam ruang. Pada siang hari (pukul 11.00 – 15.00) kelembaban relatif rata-rata dalam ruang berkisar antara 68,54 RH%-64,04 RH%. Kondisi ini masih berada pada standar kenyamanan termal berdasarkan standar SNI – T – 14 – 1993 – 03 yaitu 70 RH% - 60 RH%.

Pergerakan udara dalam ruang cenderung meningkat mulai siang hari yaitu pukul 11.00 dengan kecepatan angin berkisar rata-rata sebesar 0,21 m/detik. Kecepatan angin rata-rata dalam ruang pada ruang tamu untuk rumah yang berorientasi ke arah Barat mencapai titik tertinggi pada pukul 12.00 sebesar 0,25 m/detik. Kecepatan ini masih berada pada batas standar yaitu 0,1 – 0,25 m/detik sehingga kecepatan angin masih dirasakan nyaman

Pada sore hari (pukul 16.00 – 18.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar $30,00^{\circ}\text{C}$, tertinggi sebesar $33,90^{\circ}\text{C}$. Kelembaban relatif di dalam ruang terendah sebesar 63,00 RH%, tertinggi sebesar 70,10 RH%. Kecepatan angin di dalam ruang terendah sebesar 0,00 m/dt, tertinggi sebesar 0,45 m/detik Suhu di luar ruang terendah

sebesar 31,10 °C, tertinggi sebesar 33,30 °C. Kelembaban relatif di luar ruang terendah sebesar 62,88 RH%, tertinggi sebesar 69,15 RH%. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,50 m/detik. (lihat tabel 2,3,4)

Rumah yang berorientasi ke arah Barat pada sore hari (pukul 16.00-18.00) masih menunjukkan kenaikan suhu sampai batas maksimum dengan temperatur rata-rata sebesar 33,17⁰C. Kondisi temperatur sebesar ini jauh berada diatas standar tingkat kenyamanan termal yang disyaratkan pada batas nyaman yaitu sebesar 27,10⁰C. Hal ini disebabkan terjadinya pergerakan matahari ke arah Barat pada sore hari sehingga terjadi pemuaiian udara yang terakumulasi dan kemudian diteruskan pada bidang dinding dan atap bangunan yang menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur.

Kondisi temperatur rata-rata dalam ruang tamu pada pukul 17.00 berangsur-angsur mengalami penurunan hingga malam hari (pukul 19.00) dengan nilai 28,49⁰C. Batas ini masih berada pada 1,39⁰C di atas batas tingkat kenyamanan termal yang diisyaratkan yakni 27,10⁰C. Oleh karena itu kondisi temperatur hingga malam hari (pukul 19.00) masih tergolong panas mulai terasa tidak nyaman.

Temperatur rata-rata yang ditunjukkan berdasarkan hasil pengukuran pada sore hari (pukul 16.00-18.00) berada di atas tingkat kenyamanan dengan tingkat kelembaban relatif rata-rata sebesar 64,73 RH%-68,49 RH%. Terjadinya penurunan temperatur udara pada

sore hari dimulai pada pukul 17.00. Hal ini menyebabkan kelembaban relatif rata-rata mengalami kenaikan karena temperatur udara berbanding terbalik dengan kelembaban udara relatif.

Kecepatan angin rata-rata pada sore hari pada pukul 16.00-18.00 berfluktuasi dengan nilai 0,12 m/detik-0,21 m/detik. Adanya aliran udara yang masuk ke ruang tamu mempengaruhi suhu ruang dan juga membawa perubahan pada kelembaban relatif dalam ruang

Pada malam hari (pukul 19.00) suhu didalam ruang terendah sebesar 28,00 °C, tertinggi sebesar 29,50 °C. Kelembaban relatif didalam ruang terendah sebesar 69,15 RH%, tertinggi sebesar 72,55 RH%. Kecepatan angin di dalam ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,50 m/detik. Suhu di luar ruang terendah sebesar 27,50 °C, tertinggi sebesar 29,00 °C. Kelembaban relatif sebesar 69,00 RH%, tertinggi sebesar 72,75 RH%. Kecepatan angin terendah sebesar 0,12 m/detik, tertinggi sebesar 0,65 m/detik. (lihat tabel 2,3,4)

Hasil pengukuran temperatur rata-rata pada malam hari (pukul 19.00) mengalami penurunan dari 30,91⁰C (pada pukul 18.00) menjadi 28,49⁰C. Kondisi ini masih berada di atas batas tingkat kenyamanan termal (27,10⁰C) dengan selisih perbedaan 1,39⁰C sehingga pada suhu ini mulai merasakan berkeringat dan mulai merasakan ketidaknyamanan.

Besarnya fluktuasi perubahan temperatur tersebut ternyata ikut mempengaruhi perubahan kelembaban udara pada ruang tamu. Pada malam hari (pukul 19.00) kelembaban relatif rata-rata mengalami kenaikan 70,46 RH%. Kondisi ini dipengaruhi pula oleh kecepatan angin yang mengalami kenaikan menjadi 0,36 m/detik yang menyebabkan terjadinya perubahan temperatur udara dan kelembaban udara relatif. Hasil pengukuran rata-rata tingkat kenyamanan termal pada setiap selang waktu pengukuran dan skala standar tingkat kenyamanan termal pada orientasi Barat dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Rata-rata Setiap Selang Waktu Tingkat Kenyamanan Termal pada Rumah Orientasi Barat dan Skala Standar Tingkat Kenyamanan Termal

No	Waktu (wita)	Hasil Pengukuran			Standar Tingkat Kenyamanan Termal (SNI-14-1993-3)			
		Suhu (°C)	Kelembaban (RH %)	Kecpt Angin (m/dtk)	Suhu (°C)	Kelembaban (RH %)	Kecpt Angin (m/dtk)	Tingkat Kenyamanan
1	8.00	27,28	69,83	0,00	25,8 – 27,1	60 - 70	0,1-0,25	Hangat, nyaman
2	9.00	28,33	68,42	0,04				
3	10.00	29,34	70,65	0,14				
4	11.00	30,28	68,54	0,21				
5	12.00	31,30	68,46	0,25				
6	13.00	32,00	65,54	0,23				
7	14.00	32,67	66,17	0,23				
8	15.00	32,82	64,04	0,19				
9	16.00	33,17	64,73	0,16				
10	17.00	32,65	65,70	0,12				
11	18.00	30,91	68,49	0,21				
12	19.00	28,49	70,46	0,36				

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

2. Rumah Berorientasi ke Arah Timur

Hasil pengukuran tingkat kenyamanan termal (temperatur udara, kelembaban udara relatif, dan kecepatan angin) dalam ruang tamu

selama hari mulai pukul 08.00-19.00 WITA dapat dilihat pada tabel 11,12,13

Tabel 9. Hasil Pengukuran Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$) dalam Ruang Tamu untuk Orientasi Timur

No	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	8.00	28.70	27.20	30.20	28.30	29.10	29.30	28.50	29.00	29.10	29.30	30.10	28.98
2	9.00	29.30	27.70	31.30	29.10	30.30	30.20	29.50	30.00	29.30	31.00	30.50	29.84
3	10.00	30.10	28.20	31.50	30.20	31.50	30.50	30.00	32.50	29.80	31.30	31.50	30.65
4	11.00	30.50	29.10	32.10	30.70	32.00	31.50	30.50	32.10	30.00	32.50	32.00	31.18
5	12.00	31.30	29.50	32.50	31.20	32.90	32.00	32.00	33.30	31.00	32.50	32.50	31.88
6	13.00	31.50	30.20	32.90	31.50	33.50	32.00	32.50	33.50	31.50	32.80	33.50	32.31
7	14.00	32.10	30.50	33.50	32.00	33.00	32.50	32.80	32.40	32.00	32.80	33.50	32.46
8	15.00	32.00	30.70	33.80	32.10	33.00	32.50	32.50	32.70	32.50	33.50	33.10	32.58
9	16.00	30.40	30.20	32.10	31.50	32.70	32.50	31.30	33.50	31.30	32.50	32.30	31.85
10	17.00	31.00	29.50	31.80	31.00	32.50	32.00	31.00	32.50	31.10	33.00	32.50	31.63
11	18.00	31.30	30.00	32.00	32.00	31.50	32.00	30.00	31.00	31.30	31.00	31.00	31.19
12	19.00	28.50	28.00	29.10	29.00	29.30	29.00	28.70	28.50	29.50	28.00	29.00	28.78

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

Pada pagi hari (pukul 8.00 – 10.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar $27,20^{\circ}\text{C}$, tertinggi sebesar $32,50^{\circ}\text{C}$. Kelembaban relatif di dalam ruang terendah sebesar $68,15\text{ RH}\%$, tertinggi sebesar $70,73\text{ RH}\%$. Kecepatan angin di dalam ruang terendah sebesar $0,00\text{ m/detik}$, tertinggi sebesar $0,25\text{ m/detik}$. Suhu di luar ruang terendah sebesar $27,00^{\circ}\text{C}$, tertinggi sebesar $32,30^{\circ}\text{C}$. Kelembaban relatif di luar ruang terendah sebesar $68,00\text{ RH}\%$, tertinggi sebesar $73,33\text{ RH}\%$. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar $0,00\text{ m/detik}$. Tertinggi sebesar $0,28\text{ m/detik}$. (lihat tabel 11,12,13).

Temperatur rata-rata menunjukkan tingkat kenyamanan termal berada $1,88^{\circ}\text{C}$ di atas batas standar kondisi hangat, nyaman ($27,10^{\circ}\text{C}$) dengan nilai $28,98^{\circ}\text{C}$ yang diukur pada pagi hari (pukul 08.00 WITA). Temperatur udara rata-rata terus mengalami kenaikan hingga pukul

10.00 sebesar $30,65^{\circ}\text{C}$. Temperatur udara pada kondisi ini berada di atas standar kenyamanan termal yang disyaratkan ($27,10^{\circ}\text{C}$) sehingga temperatur udara tergolong panas. Hasil pengukuran temperatur udara rata-rata dalam ruang untuk rumah berorientasi ke arah Timur dapat dilihat pada tabel 7 dan gambar grafik 15.

Tabel 10. Hasil Pengukuran Kelembaban Udara (RH%) dalam Ruang Tamu untuk Orientasi Timur

N 0	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	8.00	70.18	69.55	69.10	69.90	69.30	70.55	69.15	70.17	70.73	70.35	69.30	69.84
2	9.00	70.24	69.20	68.35	69.65	69.55	70.10	69.10	69.65	70.58	70.31	69.10	69.62
3	10.00	69.50	68.33	68.15	66.37	69.15	68.77	69.00	69.73	70.30	69.48	69.00	68.89
4	11.00	69.05	68.15	68.00	66.15	67.85	68.51	67.30	69.57	68.95	69.25	70.50	68.48
5	12.00	68.15	67.62	66.35	66.00	67.56	68.44	67.00	66.35	67.77	68.53	70.22	67.64
6	13.00	68.28	65.90	64.90	65.85	67.15	66.30	66.86	66.10	65.48	68.17	67.55	66.59
7	14.00	65.75	64.75	64.50	65.50	67.00	66.30	64.95	66.00	65.30	68.00	65.67	65.79
8	15.00	63.50	64.20	64.30	64.70	64.70	66.10	64.86	65.78	65.16	66.65	65.63	65.05
9	16.00	63.20	64.00	63.15	63.65	64.50	63.65	64.54	65.30	65.00	66.39	65.80	64.47
10	17.00	62.58	64.80	63.00	63.00	66.65	63.37	66.10	66.65	65.00	67.98	65.85	65.00
11	18.00	69.09	66.20	65.00	65.85	67.00	63.59	67.21	67.00	67.10	68.17	69.15	66.85
12	19.00	70.07	68.70	68.30	69.10	70.36	68.50	68.45	70.90	69.59	69.70	70.00	69.42

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

Tabel 11 . Hasil Pengukuran Kecepatan Angin (m/detik) dalam Ruang Tamu untuk Orientasi Timur

N 0	Waktu (wita)	Hasil Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.10	0.20	0.04
3	10.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.23	0.00	0.24	0.16	0.11	0.25	0.00	0.11
4	11.00	0.21	0.15	0.30	0.10	0.10	0.44	0.05	0.50	0.00	0.00	0.25	0.19
5	12.00	0.10	0.51	0.40	0.90	0.15	0.00	0.41	0.00	0.25	0.32	0.11	0.29
6	13.00	0.23	0.00	0.61	0.00	0.42	0.00	0.59	0.15	0.00	0.50	0.00	0.23
7	14.00	0.25	0.45	0.05	0.20	0.44	0.45	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00	0.21
8	15.00	0.29	0.00	0.33	0.00	0.15	0.17	0.00	0.33	0.15	0.49	0.00	0.17
9	16.00	0.45	0.40	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.32	0.14
10	17.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.15	0.00	0.15	0.00	0.30	0.10
11	18.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.30	0.31	0.30	0.00	0.45	0.00	0.41	0.20
12	19.00	0.40	0.42	0.40	0.45	0.40	0.50	0.40	0.40	0.40	0.05	0.05	0.35

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

Kecepatan angin yang dirasakan pada pagi hari berkisar $0,00 - 0,11$ m/detik. Kondisi kecepatan angin dirasakan nyaman tanpa terasa adanya gerakan udara di kulit. Kecepatan ini masih berada pada batas kecepatan angin yang disyaratkan yaitu $0,1 - 0,25$ m/detik.

Kecepatan angin yang masuk ke dalam ruang agak lambat. Hal ini disebabkan kondisi awal aliran udara yang terjadi pada saat penelitian relatif tenang. Hasil pengukuran kecepatan angin rata-rata dapat dilihat pada tabel 8 dan gambar grafik 16

Berdasarkan standar (SNI – T – 14 – 1993 – 3). Kecepatan kelembaban udara relatif yaitu berada di daerah hangat nyaman pada temperatur antara $25,80^{\circ}\text{C}$ – $27,10^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban relatif pada pagi hari (pukul 08.00-10.00) sebesar 69,84 RH% - 68,89 RH%. Hal ini memperlihatkan bahwa kadar kelembaban udara masih berada pada batas standar tingkat kenyamanan termal. Hasil pengukuran kelembaban udara relatif rata-rata dapat dilihat pada tabel 9 dan gambar grafik 17

Siang hari (pukul 11.00 – 15.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar $30,20^{\circ}\text{C}$, tertinggi sebesar $33,80^{\circ}\text{C}$. Kelembaban relatif di dalam ruang terendah sebesar 63,50 RH%, tertinggi sebesar 68,17 RH%. Kecepatan angin di dalam terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,90 m/detik. Suhu di luar ruang terendah sebesar $28,90^{\circ}\text{C}$, tertinggi sebesar $33,50^{\circ}\text{C}$. Kelembaban relatif di luar ruang terendah sebesar 63,78 RH%, tertinggi sebesar 69,31 RH%. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,65 m/detik. (lihat tabel 11,12,13)

Menjelang pukul 11.00 -15.00 pertukaran udara semakin tinggi. Hal ini disebabkan terjadinya fluktuasi dan adanya radiasi matahari

yang masuk ke dalam teras, mengakibatkan terjadinya absorpsi (daya serap) pada dinding ruangan. Absorpsi yang terjadi pada dinding mengakibatkan terjadinya kenaikan temperatur dalam ruang.

Pada siang hari (pukul 19.00-15.00) temperatur udara rata-rata berkisar antara $31,18^{\circ}\text{C}$ - $32,58^{\circ}\text{C}$. Hasil pengukuran ini berada $5,48^{\circ}\text{C}$ di atas batas standar tingkat kenyamanan termal yang disyaratkan ($27,10^{\circ}\text{C}$). Hal ini mengakibatkan suhu udara dalam ruang terasa panas dan penghuni rumah merasakan kegerahan dan ketidaknyamanan beraktifitas. Hasil pengukuran temperatur udara rata-rata untuk rumah berorientasi ke arah Timur dapat dilihat pada tabel 7 dan gambar grafik 15

Pergerakan udara dalam ruang cenderung meningkat sejak pagi pukul 10.00 WITA dengan kecepatan rata-rata $0,11$ m/detik. Kemudian pada pukul 12.00 pergerakan udara bertambah sebesar $0,29$ m/detik. Hal ini menyebabkan kondisi kecepatan angin berada pada tingkat nyaman dimana gesekan udara adalah terasa di kulit ($0,25$ - $0,5$ m/detik). Dengan pergerakan udara yang demikian seharusnya dapat membantu proses penurunan temperatur udara di dalam ruang tetapi karena udara tidak berakumulasi dengan baik menciptakan kantung udara di dalam ruang. Sehingga temperatur udara rata-rata tetap naik sampai pada nilai rata-rata $31,80^{\circ}\text{C}$ hingga pukul 12.00 WITA. Hasil pengukuran kecepatan angin rata-rata untuk rumah orientasi dapat dilihat pada tabel 8 dan gambar grafik 16.

Keadaan kelembaban udara relatif berbeda. Perbedaan kelembaban dipengaruhi oleh temperatur udara dalam ruang. Perubahan temperatur udara lebih berfluktuasi pada siang hari, ternyata ikut mempengaruhi perubahan kelembaban udara relatif rata-rata menunjukkan angka 68,89 RH% turun pada jam berikutnya hingga pukul 15.00 WITA dengan nilai 65,05 RH%. Hasil pengukuran kelembaban relatif rata-rata dapat dilihat pada tabel 9 dan gambar grafik 17.

Pada sore hari (pukul 16.00 – 18.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar 30,20 °C, tertinggi sebesar 33,80 °C. Kelembaban relatif didalam ruang terendah sebesar 62,58 RH%, tertinggi sebesar 69,15 RH%. Kecepatan angin di dalam ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,45 m/detik. Suhu di luar ruang terendah sebesar 29,40 °C, tertinggi sebesar 32,90 °C. Kelembaban relatif di luar ruang terendah sebesar 63,45 RH%, tertinggi sebesar 70,32 RH%. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,52 m/detik. (lihat tabel 11,12,13)

Temperatur udara rata-rata pada sore hari (pukul 16.00) bergerak menurun dengan nilai 31,85⁰C, tetapi kondisi ini masih berada di atas standar tingkat kenyamanan termal (27,10⁰C) sehingga udara masih tergolong panas. Kondisi temperatur rata-rata terus bergerak turun hingga pukul 18.00 dengan nilai rata-rata 31,19⁰C

Aliran udara mengakibatkan pelepasan panas dari permukaan kulit oleh penguapan yang dapat mengakibatkan penurunan temperatur atau proses pendinginan pada kulit.

Aliran udara mengakibatkan pelepasan panas pada suatu ruang yang dapat menurunkan temperatur ruang. Pada sore hari (pukul 16.00) kecepatan angin dalam ruang berkisar 0,14 m/detik. Pada jam berikutnya (17.00) kecepatan angin rata-rata melemah berkisar 0,10 m/detik. Kemudian pada jam berikutnya pukul 18.00 kecepatan angin bearngsuir-angsur mengalami kenaikan 0,20 m/detik. Kecepatan angin sampai pukul 18.00 masih dalam batas nyaman (0,25 m/detik) tanpa ada rasa gesekan udara pada kulit.

Kelembaban udara relatif rata-rata pada sore hari (pukul 16.00-18.00) sebesar 64,47-66,85 RH%. Kenaikan kelembaban udara disebabkan karena pada sore hari terjadi penurunan temperatur.

Pada malam hari (pukul 19.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar 27,30 °C, tertinggi sebesar 29,20 °C. Kelembaban relatif didalam ruang terendah sebesar 68,30 RH%, tertinggi sebesar 70,90 RH%. Kecepatan angin di dalam ruang terendah sebesar 0,05 m/detik, tertinggi sebesar 0,45 m/detik. Suhu di luar ruang terendah sebesar 27,10 °C, tertinggi sebesar 29,50 °C. Kelembaban relatif di luar ruang terendah sebesar 69,33 RH%, tertinggi sebesar 72,25 RH%. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar 0,12 m/detik, tertinggi sebesar 0,59 m/detik. (lihat tabel 11,12,13)

Pada pukul 19.00 temperatur udara rata-rata cenderung mengalami penurunan pada level $28,78^{\circ}\text{C}$. Nilai ini masih berada $1,68^{\circ}\text{C}$ di atas standar tingkat kenyamanan termal ($27,10^{\circ}\text{C}$) sehingga pada malam hari udara masih terasa panas karena udara kurang bersirkulasi dengan baik sehingga panas masih tersimpan dalam ruang. Hasil pengukuran temperatur rata-rata rumah yang berorientasi pada arah Timur dapat dilihat pada tabel 7 dan gambar grafik 17.

Penurunan temperatur rata-rata menyebabkan terjadinya kenaikan kelembaban relatif rata-rata pada malam hari pada level 69,42 RH%. Besarnya fluktuasi perubahan temperatur pada malam hari ikut mempengaruhi kelembaban relatif rata-rata pada ruang tamu. Kondisi ini dipengaruhi pula oleh kecepatan angin yang relatif besar pada level 0,36 m/detik. Pada level ini kondisi angin terasa nyaman sudah terasa gesekan angin pada kulit. Hasil pengukuran kecepatan angin rata-rata dapat dilihat pada tabel 8 dan gambar grafik 18 sedangkan hasil pengukuran kelembaban udara relatif dapat dilihat pada tabel 9 dan gambar grafik 19. Hasil pengukuran rata-rata tingkat kenyamanan termal pada setiap selang waktu pengukuran dan skala standar tingkat kenyamanan termal untuk rumah orientasi Timur dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 12. Hasil Pengukuran Rata-rata Setiap Selang Waktu Tingkat Kenyamanan Termal pada Rumah Orientasi Timur dan Skala Standar Tingkat Kenyamanan Termal

No	Waktu (wita)	Hasil Pengukuran			Standar Tingkat Kenyamanan Termal (SNI -14-1993-3)			
		Suhu (°C)	Kelembaban (RH %)	Kecpt Angin (m/dtk)	Suhu (°C)	Kelembaban (RH %)	Kecpt Angin (m/dtk)	Tingkat Kenyamanan
1	8.00	28,98	69,84	0,00	25,8 – 27,10	60 - 70	0,1-0,25	Hangat, nyaman
2	9.00	29,84	69,62	0,04				
3	10.00	30,65	68,89	0,11				
4	11.00	31,18	68,48	0,19				
5	12.00	31,88	67,64	0,29				
6	13.00	32,31	66,59	0,23				
7	14.00	32,46	65,79	0,21				
8	15.00	32,58	65,05	0,17				
9	16.00	31,85	64,47	0,14				
10	17.00	31,63	65,00	0,10				
11	18.00	31,19	66,85	0,20				
12	19.00	28,78	68,42	0,35				

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

3. Rumah Orientasi ke Arah Utara

Hasil pengukuran tingkat kenyamanan termal (temperatur udara, kelembaban udara relatif, dan kecepatan angin) dalam ruang tamu selama hari mulai pukul 08.00-19.00 WITA dapat dilihat pada tabel (15,16,17)

Pada pagi hari (pukul 8.00 – 10.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar 26,30 °C, tertinggi sebesar 31,50 °C. Kelembaban relatif di dalam ruang terendah sebesar 65,00 RH%, tertinggi sebesar 71,85 RH%. Kecepatan angin di dalam ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,25 m/detik. Suhu di luar ruang terendah sebesar 26,00 °C, tertinggi sebesar 31,30 °C. Kelembaban relatif di luar ruang terendah sebesar 62,18 RH%, tertinggi sebesar 72,38 RH%. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar 0,00 m/detik. Tertinggi sebesar 0,32 m/detik. (lihat tabel 15,16,17)

Temperatur rata-rata menunjukkan tingkat kenyamanan termal berada pada $1,32^{\circ}\text{C}$ di atas batas standar kondisi hangat nyaman ($27,10^{\circ}\text{C}$) dengan nilai $28,42^{\circ}\text{C}$ yang diukur pagi hari pukul 08.00. Temperatur udara rata-rata terus mengalami kenaikan hingga pukul 10.00 sebesar $30,86^{\circ}\text{C}$. Temperatur udara pada kondisi ini berada di atas standar kenyamanan termal sehingga udara tergolong panas. Hasil pengukuran temperatur rata-rata dapat dilihat dapat dilihat pada tabel 7 gambar grafik 15

Tabel. 13 Hasil Pengukuran Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$) dalam Ruang Tamu untuk Orientasi pada Orientasi Utara

N O.	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke										Rata-rata (Mean)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11
1	8.00	28.50	26.30	30.20	29.10	28.00	30.00	27.50	29.50	27.00	27.00	29.50	28.42
2	9.00	30.10	27.50	31.00	30.10	29.50	31.00	29.00	30.50	28.00	29.00	30.00	29.61
3	10.00	31.30	30.20	31.50	31.00	30.50	31.50	30.50	31.00	30.00	30.50	31.50	30.86
4	11.00	31.00	31.00	33.00	32.00	31.50	32.50	31.50	31.20	31.00	32.50	32.50	31.79
5	12.00	31.50	31.50	32.50	33.50	32.50	32.70	32.00	33.50	31.50	33.00	32.30	32.41
6	13.00	32.00	31.50	33.10	33.70	33.00	33.20	32.70	33.50	32.50	33.10	32.70	32.82
7	14.00	32.30	33.00	33.30	33.20	33.50	33.40	33.20	33.20	33.00	33.50	33.10	33.15
8	15.00	33.50	33.50	33.60	33.50	33.50	33.70	33.80	33.40	33.50	33.10	33.80	33.54
9	16.00	32.00	33.00	33.50	33.50	33.00	33.20	33.50	33.30	33.50	33.50	33.50	33.23
10	17.00	32.20	32.00	32.50	33.00	32.00	32.10	31.50	32.00	33.50	32.00	32.70	32.32
11	18.00	31.00	30.00	31.00	32.00	31.50	32.00	32.00	32.50	32.00	32.00	31.00	31.55
12	19.00	29.50	28.00	29.00	29.50	29.50	29.00	29.50	29.40	29.00	28.30	29.11	29.11

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

Tabel. 14 Hasil Pengukuran Kecepatan Angin (m/detik) dalam Ruang Tamu pada Orientasi Utara

N o	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke										Rata-rata (Mean)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11
1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	9.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05	0.05	0.03
3	10.00	0.08	0.00	0.13	0.13	0.15	0.00	0.15	0.00	0.00	0.25	0.22	0.10
4	11.00	0.08	0.28	0.28	0.18	0.00	0.05	0.48	0.45	0.30	0.05	0.00	0.20
5	12.00	0.13	0.15	0.13	0.53	0.25	0.08	0.00	0.00	0.42	0.47	0.35	0.23
6	13.00	0.38	0.00	0.18	0.00	0.06	0.00	0.15	0.00	0.65	0.61	0.52	0.23
7	14.00	0.46	0.00	0.26	0.48	0.53	0.25	0.00	0.40	0.05	0.00	0.00	0.22
8	15.00	0.13	0.00	0.32	0.00	0.15	0.00	0.32	0.26	0.30	0.00	0.55	0.18
9	16.00	0.00	0.34	0.50	0.43	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.15
10	17.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.45	0.15	0.00	0.00	0.15	0.10	0.11
11	18.00	0.28	0.38	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	0.32	0.40	0.35	0.00	0.20
12	19.00	0.38	0.00	0.43	0.43	0.40	0.45	0.40	0.50	0.41	0.44	0.10	0.36

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

Tabel 15. Hasil Pengukuran Kelembaban Udara (RH%) dalam Ruang Tamu untuk Orientasi Utara

No	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke										Rata-rata (Mean)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11
1	8.00	68.00	68.10	68.75	70.25	70.15	69.90	71.25	70.10	68.15	71.85	70.18	69.70
2	9.00	67.10	68.05	65.30	69.00	68.30	68.71	71.18	68.21	67.20	70.15	69.36	68.41
3	10.00	66.75	67.90	66.65	66.47	68.45	67.55	70.85	67.45	65.00	68.17	66.15	67.40
4	11.00	67.90	65.00	64.81	66.45	66.65	65.15	69.40	65.15	65.87	67.28	64.07	66.16
5	12.00	63.10	63.10	64.50	64.78	65.10	65.30	68.56	65.60	64.65	64.26	64.24	64.84
6	13.00	61.34	62.25	62.55	63.84	65.25	64.05	65.77	63.87	63.98	63.12	64.05	63.64
7	14.00	63.00	63.10	63.31	63.30	63.27	64.70	64.35	62.15	62.07	63.92	63.25	63.31
8	15.00	63.45	67.05	64.25	62.33	62.40	63.95	63.05	62.22	62.15	62.05	63.10	63.27
9	16.00	64.66	66.37	68.10	64.05	63.58	64.15	63.15	65.85	63.10	61.15	64.07	64.38
10	17.00	64.00	65.48	66.08	66.81	63.75	65.00	64.00	66.74	68.37	63.25	65.95	65.40
11	18.00	67.55	68.60	67.37	68.65	68.33	68.80	66.05	68.00	68.02	65.00	67.81	67.65
12	19.00	69.10	69.90	69.10	69.51	70.25	70.25	69.17	69.45	70.45	68.25	69.75	69.56

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

Kecepatan angin yang dirasakan pada pagi hari berkisar 0,00-0,10 m/detik. Kondisi kecepatan angin dirasakan nyaman dirasakan nyaman tanpa adanya gesekan gerakan di kulit. Kecepatan ini masih berada pada batas kecepatan angin yang disyaratkan yaitu 0,1 – 0,25 m/detik. Kecepatan angin yang masuk ke dalam ruang agak lambat. Hal ini disebabkan kondisi awal aliran udara yang terjadi pada saat penelitian relatif tenang. Hasil pengukuran kecepatan dapat dilihat pada tabel 8 dan gambar grafik 16.

Kadar kelembaban relatif masih berada pada standar tingkat kenyamanan termal berkisar antara 70 RH% - 60 RH%. Hasil pengukuran kelembaban rata-rata pada pagi hari sebesar 69,70 RH%-67,40 RH%. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 9 dan gambar grafik 17

Siang hari (pukul 11.00 – 15.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar 31,00°C, tertinggi sebesar 33,80 °C. Kelembaban relatif di

dalam ruang terendah sebesar 61,34 RH%, tertinggi sebesar 69,40 RH%. Kecepatan angin di dalam terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,65 m/detik. Suhu di luar ruang terendah sebesar 30,50 °C, tertinggi sebesar 33,80 °C. Kelembaban relatif di luar ruang terendah sebesar 61,91 RH%, tertinggi sebesar 68,40 RH%. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,69 m/detik. (lihat tabel 15,16,17)

Pertukaran udara semakin tinggi menjelang pukul 11.00-15.00. Hasil pengukuran dapat diketahui bahwa fluktuasi temperatur udara rata-rata sepanjang hari dalam ruangan bergerak dari temperatur rata-rata sebesar 31,79⁰C pada pukul 11.00 hingga mencapai 33,54⁰C pada pukul 15.00. Suhu udara dalam ruang berfluktuasi tinggi karena terdapat kenaikan temperatur yang cukup tinggi hingga pukul 15.00. Rumah yang berorientasi Utara paling tinggi temperatur rata-ratanya pada pukul 15.00, hal ini berlangsung hingga menjelang sore hari. Temperatur rata-rata pada siang hari jauh berada di atas batas standar (27,10⁰C) sehingga kondisi udara tergolong panas membuat penghuni rumah merasakan ketidaknyamanan. Hasil pengukuran temperatur udara rata-rata dapat dilihat pada tabel 7 dan gambar grafik 15.

Pergerakan udara daalm ruang cenderung meningkat sejak pukul 11.00 dengan kecepatan rata-rata 0,20 m/detik dan terus bergerak naik hingga level 0,23 m/detik pada pukul 13.00. Pada pukul 14.00 pergerakan udara kembali melemah dengan kecepatan angin rata-rata

0,22 m/detik hingga mencapai level 0,11 m/detik pada pukul 17.00. Kecepatan angin yang relatif kecil menyebabkan kenaikan temperatur karena udara tidak bersirkulasi dengan baik sehingga menciptakan kantong udara di dalam ruang. Hasil pengukuran rata-rata dapat dilihat pada tabel 8 dan gambar grafik 16.

Kelembaban udara rata-rata cenderung bergerak menurun pada pukul 15.00 dengan level 63,27 RH%. Hal ini disebabkan karena temperatur udara sudah mulai naik tapi level ini masih dalam batas standar tingkat kenyamanan termal (70 RH%-60 RH%). Hasil pengukuran kelembaban udara dapat dilihat pada tabel 9 dan gambar grafik 17

Pada sore hari (pukul 16.00 – 18.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar 30,00 °C, tertinggi sebesar 33,50 °C. Kelembaban relatif didalam ruang terendah sebesar 61,15 RH%, tertinggi sebesar 68,33 RH%. Kecepatan angin di dalam ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,55 m/detik. Suhu di luar ruang terendah sebesar 30,50 °C, tertinggi sebesar 33,20 °C. Kelembaban relatif di luar ruang terendah sebesar 64,45 RH%, tertinggi sebesar 70,00 RH%. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,56 m/detik. (lihat tabel 15,16,17)

Hasil pengukuran temperatur rata-rata pada rumah orientasi Utara memperlihatkan rata-rata tertinggi pada pukul 16.00 dengan nilai 33,23⁰C. Nilai ini berada 6,13⁰C di atas batas standar (27,10⁰C)

sehingga kondisi udara tergolong panas. Temperatur yang tinggi disebabkan karena terjadinya pergerakan matahari sehingga terjadi pemuaian pada udara. Hasil pengukuran temperatur udara rata-rata dapat dilihat pada tabel 7 dan gambar grafik 15.

Pergerakan udara pada pukul 16.00 berkisar 0,15 m/detik dan melemah pada level 0,11 m/detik pada pukul 17.00. Kecepatan angin cenderung meningkat pada pukul 18.00 dengan nilai 0,20 m/detik. Kenaikan kecepatan angin terus menguat menjelang malam hari. Kondisi kecepatan angin masih berada pada kecepatan standar (0,1-0,25 m/detik) sehingga kondisi udara masih tergolong nyaman tanpa terasa adanya gesekan udara di kulit. (lihat tabel 8 dan gambar grafik 16)

Temperatur rata-rata pada sore hari berangsur-angsur mengalami penurunan pada jam berikutnya. Temperatur rata-rata yang ditunjukkan berada di atas standar kenyamanan termal dengan kelembaban relatif rata-rata pada pukul 16.00 berada pada level 64,38 RH%. Hingga pukul 18.00 kelembaban udara relatif mengalami peningkatan pada level 67,65 RH%, seiring dengan temperatur udara yang cenderung menurun hingga menjelang malam hari. (lihat tabel 9 dan gambar grafik 17)

Pada malam hari (pukul 19.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar 28,00 °C, tertinggi sebesar 29,50 °C. Kelembaban relatif didalam ruang terendah sebesar 68,25 RH%, tertinggi sebesar

70,25 RH%. Kecepatan angin di dalam ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,50 m/detik. Suhu di luar ruang terendah sebesar 28,50 °C, tertinggi sebesar 29,20 °C. Kelembaban relatif di luar ruang terendah sebesar 69,15 RH%, tertinggi sebesar 72,25 RH%. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar 0,05 m/detik, tertinggi sebesar 0,59 m/detik. (lihat tabel 15,16,17)

Setelah pukul 19.00 temperatur rata-rata kembali menurun hingga mencapai 29,11⁰C. Nilai ini masih berada 2,01⁰C di atas standar (27,10⁰C) sehingga pada malam hari kondisi udara masih tergolong panas. (lihat tabel 7 dan gambar grafik 15).

Kondisi kecepatan angin rata-rata pada malam hari berkisar 0,36 m/detik kecepatan ini menguat mulai sore hari hingga malam hari. Kecepatan angin yang dirasakan pada level ini telah dirasakan adanya gesekan udara di kulit tetapi masih berada pada standar nyaman. Kecepatan angin yang tinggi dapat menurunkan temperatur udara pada malam hari (lihat tabel 8 dan gambar grafik 16).

Perbedaan orientasi bangunan terhadap arah angin menyebabkan terjadinya perbedaan kelembaban relatif rata-rata dalam ruang. Kondisi kelembaban relatif rata-rata naik mencapai level 69,56 RH%, hal ini diikuti oleh penurunan temperatur udara pada sore hari hingga malam hari (lihat tabel 9 dan gambar grafik 17). Hasil pengukuran rata-rata tingkat kenyamanan termal pada setiap selang

waktu pengukuran dan skala standar tingkat kenyamanan termal pada rumah orientasi Utara dapat dilihat pada tabel 18.

Tabel 16. Hasil Pengukuran Rata-rata Setiap Selang Waktu Tingkat Kenyamanan Termal pada Rumah Orientasi Utara dan Skala Standar Tingkat Kenyamanan Termal

No	Waktu (wita)	Hasil Pengukuran			Standar Tingkat Kenyamanan Termal (SNI -14-1993-3)			
		Suhu (°C)	Kelembaban (RH %)	Kecpt Angin (m/dtk)	Suhu (°C)	Kelembaban (RH %)	Kecpt Angin (m/dtk)	Tingkat Kenyamanan
1	8.00	28,42	69,70	0,00	25,8 – 27,1	60 - 70	0,1-0,25	Hangat, nyaman
2	9.00	29,61	68,41	0,03				
3	10.00	30,86	67,40	0,10				
4	11.00	31,79	66,16	0,20				
5	12.00	32,41	64,84	0,23				
6	13.00	32,82	63,64	0,23				
7	14.00	33,15	63,31	0,22				
8	15.00	33,54	63,27	0,18				
9	16.00	33,23	64,38	0,15				
10	17.00	32,32	65,40	0,11				
11	18.00	31,55	67,65	0,20				
12	19.00	29,11	69,56	0,36				

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

4. Rumah Orientasi ke Arah Selatan

Hasil pengukuran tingkat kenyamanan termal (temperatur udara, kelembaban udara relatif, dan kecepatan angin) dalam ruang tamu selama hari mulai pukul 08.00-19.00 WITA dapat dilihat pada tabel 19,20,21)

Pada pagi hari (pukul 8.00 – 10.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar 26,10 °C, tertinggi sebesar 30,50 °C. Kelembaban relatif di dalam ruang terendah sebesar 67,33 RH%, tertinggi sebesar 75,66 RH%. Kecepatan angin di dalam ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,35 m/detik. Suhu di luar ruang terendah sebesar 26,10 °C, tertinggi sebesar 30,20 °C. Kelembaban relatif di

luar ruang terendah sebesar 68,10 RH%, tertinggi sebesar 74,82 RH%. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,41 m/detik. (lihat tabel 18,19, 20)

Tabel 17. Hasil Pengukuran Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$) dalam Ruang Tamu untuk Orientasi pada Arah Selatan

No	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	8.00	26.50	26.10	27.30	27.50	28.10	27.50	26.50	28.50	26.50	27.70	28.30	27.32
2	9.00	28.20	26.30	29.20	28.50	29.50	28.50	27.00	29.00	27.50	28.00	29.00	28.25
3	10.00	29.10	27.10	29.50	29.50	30.50	30.00	28.00	30.50	28.50	29.00	30.00	29.25
4	11.00	30.70	28.10	31.20	31.00	31.00	31.50	29.00	30.30	29.50	30.50	31.20	30.36
5	12.00	30.50	29.30	32.50	31.40	31.30	31.80	30.00	31.50	30.50	31.50	31.70	31.09
6	13.00	31.00	29.50	32.40	31.00	32.50	32.30	32.00	31.70	31.00	32.00	31.30	31.52
7	14.00	31.50	29.50	32.70	32.00	32.50	32.10	32.50	31.90	32.00	32.50	32.10	31.94
8	15.00	31.20	30.10	32.30	32.50	33.00	33.20	33.00	32.10	32.00	33.00	32.50	32.26
9	16.00	31.00	30.30	32.50	32.50	32.00	33.00	33.10	32.30	31.50	32.50	32.80	32.14
10	17.00	29.50	28.50	33.40	31.50	31.50	32.50	32.00	32.10	31.00	31.50	32.10	31.42
11	18.00	29.10	28.20	32.10	31.50	30.00	31.00	31.00	31.20	30.00	31.00	31.50	30.60
12	19.00	28.10	27.50	29.10	29.30	28.50	29.00	29.50	29.50	28.20	28.30	29.10	28.74

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

Tabel 18. Hasil Pengukuran Kecepatan Angin (m/detik) dalam Ruang Tamu pada Orientasi Selatan

No	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.15	0.00	0.05	0.03
3	10.00	0.16	0.00	0.12	0.11	0.26	0.21	0.00	0.11	0.00	0.35	0.00	0.12
4	11.00	0.55	0.31	0.00	0.25	0.05	0.00	0.05	0.15	0.31	0.15	0.44	0.21
5	12.00	0.00	0.40	0.25	0.10	0.45	0.35	0.06	0.51	0.15	0.05	0.00	0.21
6	13.00	0.10	0.62	0.00	0.15	0.56	0.52	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.20
7	14.00	0.00	0.05	0.51	0.26	0.00	0.00	0.20	0.45	0.00	0.42	0.40	0.21
8	15.00	0.31	0.31	0.10	0.30	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.11	0.23	0.15
9	16.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.25	0.11	0.40	0.33	0.00	0.00	0.13
10	17.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.12	0.05	0.42	0.00	0.35	0.00	0.00	0.10
11	18.00	0.00	0.42	0.40	0.00	0.35	0.00	0.00	0.00	0.41	0.15	0.30	0.18
12	19.00	0.36	0.45	0.42	0.40	0.40	0.05	0.41	0.40	0.00	0.41	0.52	0.35

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

Tabel 19. Hasil Pengukuran Kelembaban Udara (RH %) dalam Ruang Tamu untuk Orientasi Selatan

N O	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	8.00	70.85	69.90	68.67	68.71	70.15	72.18	73.15	69.05	73.15	73.15	71.05	70.91
2	9.00	70.37	73.78	70.90	67.65	75.66	71.35	72.85	68.37	70.33	71.25	70.00	71.14
3	10.00	70.93	69.50	68.30	67.33	70.15	72.62	72.30	67.65	70.75	70.05	69.95	69.96
4	11.00	67.37	69.77	66.60	69.05	70.30	70.15	71.51	68.18	72.15	70.05	68.81	69.45
5	12.00	64.82	68.75	64.65	69.20	72.68	69.37	70.65	69.75	71.00	69.37	68.66	68.99
6	13.00	63.50	66.35	65.77	68.15	69.45	69.22	69.70	67.31	70.05	69.18	66.42	67.74
7	14.00	62.67	68.60	64.85	66.44	69.84	68.81	68.50	66.51	68.88	66.42	65.00	66.96
8	15.00	64.10	66.80	66.10	64.75	69.91	65.35	66.90	65.05	68.10	66.65	66.15	66.35
9	16.00	65.21	64.30	66.35	64.20	65.85	65.95	65.33	65.10	65.65	65.15	66.32	65.40
10	17.00	67.05	64.50	69.00	68.15	66.70	66.70	66.25	63.12	67.87	67.81	69.11	66.93
11	18.00	68.15	68.00	69.29	68.82	68.85	68.60	68.00	65.03	68.90	69.75	70.28	68.52
12	19.00	70.28	69.15	70.78	70.80	70.15	70.50	69.15	70.10	69.35	70.50	71.13	70.17

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

Temperatur rata-rata menunjukkan tingkat kenyamanan termal mendekati hangat nyaman dengan nilai $27,32^{\circ}\text{C}$ pada pukul 08.00. Temperatur rata-rata terus meningkat pada jam berikutnya nilai ini masih berada pada 0,22 di atas standar kenyamanan termal ($27,10^{\circ}\text{C}$) (lihat tabel 7 dan gambar grafik 15).

Kondisi kecepatan angin di lapangan pada pagi hari pukul 08.00-10.00 berkisar 0,00-0,12 m/ detik. Kecepatan ini masih berada pada batas standar yaitu 0,1-0,25 m/detik sehingga kecepatan angin masih dirasakan nyaman tanpa adanya gesekan udara dikulit. (lihat tabel 8 dan gambar grafik 16).

Kelembaban udara rata-rata pada pagi hari pukul 08.00 berada pada level 70,91 RH% nilai ini merupakan nilai terbesar kelembaban udara relatif rata-rata dari ke empat rumah yang berbeda orientasinya. Kelembaban udara masih meningkat pada pukul 09.00 dengan nilai 71,14 RH%. Tetapi pada pukul 10.00 kelembaban udara relatif rata-

rata mengalami penurunan pada level 69,96 RH%. Penurunan kelembaban terus berfluktuasi hingga sore hari. Tetapi kadar kelembaban udara masih berada pada batas standar (70 RH%-60 RH%) (lihat tabel 9 dan gambar grafik 17).

Siang hari (pukul 11.00 – 15.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar 28,10°C, tertinggi sebesar 33,20 °C. Kelembaban relatif di dalam ruang terendah sebesar 62,67 RH%, tertinggi sebesar 69,91 RH%. Kecepatan angin di dalam terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,62 m/detik. Suhu di luar ruang terendah sebesar 27,90 °C, tertinggi sebesar 33,00°C. Kelembaban relatif di luar ruang terendah sebesar 65,12 RH%, tertinggi sebesar 71,63 RH%. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,65 m/detik (lihat tabel 19,20, 21)

Menjelang siang hari pukul 11.00-15.00 pertukaran udara semakin tinggi. Pada pukul 11.00 temperatur udara berada pada level 30,36°C. Nilai ini berada 3,26°C berada di atas standar (27,10°C), sehingga penghuni rumah sudah mulai merasakan ketidaknyamanan karena kondisi udara tergolong panas. Kenaikan temperatur udara terus berfluktuasi hingga sore hari. Temperatur udara rata-rata tertinggi berada pada pukul 15.00 dengan level 32,26°C. (lihat tabel 7 dan gambar grafik 15).

Kecepatan angin pada pukul 11.00 berada pada level 0,21 m/detik dan berlangsung hingga pukul 14.00. kecepatan angin terasa

mengalami penurunan mulai pukul 15.00 dengan kecepatan angin rata-rata 0,15 m/detik penurunan kecepatan angin ikut mempengaruhi kenaikan temperatur hingga berada pada level 32,26⁰C. (lihat tabel 8 dan gambar grafik 16).

Kondisi kelembaban rata-rata pada siang hari terus berfluktuasi pada siang hari pada pukul 11.00 dengan level 69,45 RH%. Kelembaban udara rata-rata terus mengalami penurunan hingga menjelang sore hari dengan level 66,35 RH% pada pukul 15.00. Penurunan kelembaban udara disebabkan karena naiknya temperatur udara. (lihat tabel 9 dan gambar grafik 17)

Pada sore hari (pukul 16.00 – 18.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar 28,20 °C, tertinggi sebesar 32,80 °C. Kelembaban relatif didalam ruang terendah sebesar 63,12 RH%, tertinggi sebesar 70,28 RH%. Kecepatan angin di dalam ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,42 m/detik. Suhu di luar ruang terendah sebesar 28,90 °C, tertinggi sebesar 33,10 °C. Kelembaban relatif di luar ruang terendah sebesar 66,15 RH%, tertinggi sebesar 71,15 RH%. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,46 m/detik. (lihat tabel 19,20, 21).

Pada sore hari temperatur udara rata-rata mulai mengalami penurunan. Pada pukul 16.00 temperatur udara rata-rata berada pada 32,14⁰C terus berfluktuasi hingga pukul 18.00 terjadi penurunan sebesar 30,60⁰C. Penurunan temperatur pada sore hari karena

naiknya kecepatan angin pada sore hari. Temperatur pada sore hari rata-rata berada di atas standar tingkat kenyamanan ($27,10^{\circ}\text{C}$) sehingga kondisi udara terasa tidak nyaman. (lihat tabel 7 dan gambar grafik 15).

Kecepatan angin relatif rata-rata sore hari pada pukul 17.00 sempat mengalami penurunan sebesar 0,03 m/detik pada jam sebelumnya dengan nilai 0,10 m/detik pada saat ini kondisi angin relatif tenang dan berada pada batas terendah tingkat kenyamanan (0,1-0,25 m/detik). Pada pukul 18.00 kecepatan angin rata-rata mengalami peningkatan sebesar 0,35 m/detik. Kondisi angin sebesar ini dirasakan nyaman tetapi sudah ada gesekan udara pada kulit (lihat tabel 8 dan gambar grafik 16).

Kelembaban udara relatif sore hari dimulai pada level 65,40 RH% pada pukul 16.00 terus bergerak naik hingga level 68,52 RH% pada pukul 18.00. Naiknya kelembaban udara relatif dipengaruhi oleh kondisi temperatur udara yang mengalami penurunan dan kecepatan angin mengalami peningkatan di sore hari (lihat tabel 9 dan gambar grafik 17).

Pada malam hari (pukul 19.00) suhu di dalam ruang terendah sebesar $27,50^{\circ}\text{C}$, tertinggi sebesar $29,50^{\circ}\text{C}$. Kelembaban relatif didalam ruang terendah sebesar 69,15 RH%, tertinggi sebesar 71,13 RH%. Kecepatan angin di dalam ruang terendah sebesar 0,00 m/detik, tertinggi sebesar 0,52 m/detik. Suhu di luar ruang terendah

sebesar 27,20 °C, tertinggi sebesar 29,00 °C. Kelembaban relatif di luar ruang terendah sebesar 69,12 RH%, tertinggi sebesar 72,36 RH%. Kecepatan angin di luar ruang terendah sebesar 0,10 m/detik, tertinggi sebesar 0,58 m/detik. (lihat tabel 19,20,21)

Setelah pukul 18.00 temperatur rata-rata kembali menurun hingga mencapai level 28,74⁰C hal ini dapat memberi gambaran bahwa perolehan panas di dalam ruangan karena pengaruh radiasi matahari pada siang dan sore hari. Setelah terakumulasi pada bidang atap dan dinding rumah dapat diturunkan temperaturnya dengan kecepatan angin yang masuk ke dalam ruang.(lihat tabel 7 dan gambar grafik 15).

Kecepatan angin pada malam hari (pukul 19.00) berfluktuasi cukup tajam karena mengalami peningkatan yang cukup besar dari jam sebelumnya dengan kecepatan angin sebesar 0,35 m/detik. Kondisi ini masih berada pada batas nyaman tetapi mulai terasa adanya gesekan udara di kulit . Kecepatan angin yang cukup besar sehingga udara dapat bersirkulasi dengan baik yang menyebabkan mencairkan kantong-kantong udara yang ada dalam ruang (lihat tabel 8 dan gambar grafik 16)

Kelembaban relatif rata-rata cenderung bergerak naik pada malam hari (pukul 19.00) berada pada level 70,17 RH%. Tingginya tingkat kelembaban relatif rata-rata dipengaruhi oleh kecepatan angin

yang mengalami peningkatan dan pada akhirnya ikut mempengaruhi penurunan temperatur udara. (lihat tabel 9 dan gambar grafik 17)

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan sebanyak 11 kali dengan 12 interval waktu (selang 1 jam) dimulai pukul 08.00 – 19.00. memperlihatkan bahwa pada pukul 08.00 temperatur tertinggi dicapai pada rumah yang berorientasi ke arah Timur yakni 28,98 °C dan terendah pada rumah yang berorientasi ke arah Barat yakni 27,28 °C. Pada pukul 12.00 temperatur tertinggi dicapai pada rumah yang berorientasi ke arah Utara yakni 32,41°C dan terendah pada rumah yang berorientasi ke arah Selatan yakni 31,09 °C. Pada pukul 17.00 temperatur tertinggi dicapai pada rumah yang berorientasi ke arah Barat yakni 32,56°C yang terendah pada rumah yang berorientasi ke arah Selatan yakni 31,42 °C. Temperatur rata-rata ruang tamu pada keempat orientasi bangunan dalam sehari mencapai nilai maksimum pada pukul 12.00 - 15.00. Namun mulai pukul 16.00 mengalami penurunan pada keempat orientasi yang berbeda.

Hasil pengukuran rata-rata temperatur dalam ruang berada di atas standar yang syatkan SNI T-14-1993-03 yaitu batas kondisi nyaman sebesar 27,10°C. Dengan demikian temperatur ruang tamu berada di atas standar kenyamanan termal yang disyaratkan sehingga tergolong panas. Kondisi temperatur yang melebihi standar perlu diantisipasi karena kondisi temperatur tersebut sudah dapat mengurangi kemampuan bekerja seperti yang diungkapkan oleh Lippsmeir (1995:28).

Suhu tinggi dalam ruang perlu diantisipasi dengan memasukkan aliran angin yang agak cepat untuk mengeluarkan panas dalam ruang supaya suhu badan tetap pada kondisi normal sebesar 37°C . Tanpa aliran udara yang cukup membuat ruangan cepat jenuh dan menjadi tidak sehat karena konsentrasi CO_2 menjadi tinggi. Keringat manusia tidak dapat menguap pada kondisi jenuh tanpa aliran udara.

Perbedaan kelembaban relatif rata-rata pada masing-masing ruang tamu yang berbeda orientasinya terhadap arah angin. Kelembaban rata-rata yang terendah berada pada rumah yang berorientasi ke arah Utara sebesar 66,14 RH%. Sedangkan kelembaban relatif rata-rata tertinggi berada pada rumah berorientasi ke arah Selatan sebesar 68,54 RH%.

Secara umum kelembaban relatif rata-rata tertinggi terjadi pada pagi hari kemudian berangsur-angsur menurun pada siang hari hingga sore hari. Pada malam hari kelembaban udara berangsur-angsur mengalami peningkatan mulai pada pukul 19.00.

Standar kecepatan udara (angin) dalam ruang untuk kondisi orang Indonesia minimal yang disyaratkan dengan kecepatan 0,1 – 0,25 m/det. Kecepatan ini dirasakan nyaman tanpa terasa adanya gerakan udara di kulit. Suhu dalam ruang dipengaruhi oleh aliran udara yang masuk kedalam ruang melalui pintu, jendela dan lubang ventilasi. Kecepatan angin rata-rata di dalam ruang yang terendah pada rumah yang berorientasi ke arah Selatan yaitu 0,16 m/det. dan yang tertinggi pada rumah orientasi ke arah Barat sebesar 0,18 m/det. Kecepatan angin

luar ruang terendah terdapat pada rumah berorientasi ke arah Selatan sebesar 0,18 m/detik dan tertinggi pada rumah orientasi ke arah Barat sebesar 0,22 m/detik. Kecepatan angin yang berbeda akibat hambatan di luar melalui lubang jendela dan ventilasi yang masuk ke dalam ruang menimbulkan kecepatan yang berbeda pula dan akhirnya besaran suhu ikut berbeda pula.

Fluktuasi tingkat kenyamanan termal di luar dan di dalam ruang menunjukkan perbedaan walaupun tidak terlalu besar. Hasil pengukuran temperatur yang menunjukkan temperatur udara luar lebih rendah daripada temperatur di dalam ruang. Sedangkan kelembaban relatif udara luar lebih besar dibandingkan di dalam ruang. Hal ini disebabkan adanya pengaruh kecepatan angin sehingga udara luar lebih cepat bersirkulasi dibanding dengan udara dalam ruang. Proses pertukaran udara dalam ruang agak lambat dipengaruhi oleh posisi bukaan daun jendela sangat kecil demikian pula lubang ventilasi atas yang ada tidak memungkinkan udara dalam ruang bersirkulasi dengan cepat karena perbandingan antara luas bidang dinding dengan lubang ventilasi jauh berbeda. Hasil pengukuran rata-rata tingkat kenyamanan termal pada setiap selang waktu pengukuran dan skala standar tingkat kenyamanan termal pada rumah orientasi Selatan dapat dilihat pada tabel 20.

Tabel 20. Hasil Pengukuran Rata- rata Setiap Selang Waktu Tingkat Kenyamanan Termal pada Rumah Orientasi Selatan dan Skala Standar Tingkat Kenyamanan Termal

No	Waktu (wita)	Hasil Pengukuran				Standar Tingkat Kenyamanan Termal (SNI -14-1993-3)		
		Suhu (°C)	Kelembaban (RH %)	Kecpt Angin (m/dtk)	Suhu (°C)	Kelembaban (RH %)	Kecpt Angin (m/dtk)	Tingkat Kenyamanan
1	8.00	27,32	70,91	0,00	25,8 – 27,1	60 - 70	0,1-0,25	Hangat, nyaman
2	9.00	28,25	71,14	0,03				
3	10.00	29,25	69,96	0,12				
4	11.00	30,36	69,45	0,21				
5	12.00	31,09	68,99	0,21				
6	13.00	31,52	67,74	0,20				
7	14.00	31,94	66,96	0,21				
8	15.00	32,26	66,35	0,15				
9	16.00	32,14	65,40	0,13				
10	17.00	31,42	66,93	0,10				
11	18.00	30,60	68,52	0,18				
12	19.00	28,74	70,17	0,35				

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa adanya perbedaan orientasi bangunan mengakibatkan perbedaan tingkat kenyamanan termal dalam ruang yang dapat dilihat pada tabel 21.

Tabel 21. Hasil Pengukuran Rata- rata Tingkat Kenyamanan Termal pada setiap Orientasi dan Skala Standar Tingkat Kenyamanan Termal

No	Orientasi	Hasil Pengukuran			Standar Tingkat Kenyamanan Termal (SNI -14-1993-3)			Tingkat Kenyamanan
		Suhu (°C)	Kelembaban (RH %)	Kecpt Angin (m/dtk)	Suhu (°C)	Kelembaban (RH %)	Kecpt Angin (m/dtk)	
1	Selatan	30,41	68,54	0,16	20,50 – 22,80	50 – 80	0,1-0,25	Sejuk, nyaman Nyaman optimal Hangat, nyaman
2	Barat	30,77	67,66	0,18	22,80 – 25,80	70 – 80		
3	Timur	31,11	67,30	0,17	25,80 – 27,10	60 – 70		
4	Utara	31,57	66,14	0,17				

Sumber : Data Primer diolah Mei 2007

Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada tanggal 14 – 24 Mei 2007 dengan posisi matahari berada mendekati tegak lurus pada garis lintang Utara 23°C27' menghasilkan tingkat kenyamanan termal yang tertinggi dicapai pada rumah yang berorientasi Selatan disusul orientasi Barat kemudian orientasi Timur dan yang terendah pada rumah orientasi Utara.

B. Saran

1. Seorang perancang perlu mengetahui orientasi bangunan dalam merancang bangunan.

2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut upaya menurunkan suhu ruang secara alami dengan cara meninjau kembali bentuk ventilasi yang ada sehingga dapat memaksimalkan udara yang masuk ke dalam ruang.
3. Perlu penelitian lebih lanjut guna mendapatkan pembuktian bahwa pada bulan Desember diperkirakan orientasi Selatan menghasilkan tingkat kenyamanan yang lebih rendah dibandingkan orientasi Utara karena posisi matahari pada tanggal 23 Desember mencapai posisi tegak lurus berada pada garis lintang Selatan $23^{\circ}27'$. Sedangkan posisi matahari pada tanggal 22 Juni mencapai tegak lurus berada pada garis lintang Utara $23^{\circ}27'$.

1. Hasil penelitian berdasarkan pengukuran langsung di lapangan yang dilakukan pada tanggal 14 Mei – 24 Mei 2007 mulai pukul 08.00 – 19.00 dapat disimpulkan bahwa adanya perbedaan orientasi bangunan mengakibatkan perbedaan temperatur, kelembaban relatif dan kecepatan angin dalam ruang walaupun perbedaannya tidak terlalu besar.
2. Perbedaan tingkat kenyamanan termal berdasarkan hasil pengukuran hanya berlaku pada saat waktu pengukuran berlangsung yaitu pada tanggal 14 – 24 Mei 2007. Apabila pengukuran dilakukan pada waktu yang berbeda kemungkinan menghasilkan tingkat kenyamanan termal yang berbeda pula.
3. Kecepatan angin yang berbeda akibat hambatan di luar melalui lubang ventilasi masuk ke dalam ruang menimbulkan kecepatan angin yang berbeda pula. Akibatnya terjadi gesekan udara yang berbeda sehingga besaran suhu ikut berbeda pula. Perbedaan sirkulasi udara akan mengakibatkan terjadinya perbedaan kelembaban relatif pada ruang tamu.
4. Temperatur rata-rata pada ruang tamu mencapai maksimum pada rumah yang berorientasi Utara sebesar $31,59^{\circ}\text{C}$. Sedangkan mencapai minimum pada rumah yang berorientasi Selatan sebesar $30,41^{\circ}\text{C}$.

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$) luar Ruang pada Ruang Tamu untuk Orientasi Timur dan Barat

Orientasi Timur

No.	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	8.00	28.50	27.00	29.90	27.90	28.00	29.10	28.20	28.50	29.00	29.00	29.80	28.63
2	9.00	29.10	27.50	31.00	28.50	30.10	30.00	28.90	29.90	29.10	30.10	30.20	29.49
3	10.00	30.00	27.90	31.30	29.80	31.30	30.10	30.00	32.30	29.50	31.10	31.30	30.42
4	11.00	30.30	28.90	31.70	30.20	31.90	31.20	30.10	31.70	29.50	32.10	31.80	30.85
5	12.00	31.10	29.30	32.30	31.00	32.50	31.90	31.80	33.00	30.40	32.10	32.10	31.59
6	13.00	31.30	30.00	32.70	31.10	33.00	31.60	32.10	33.40	31.10	32.50	33.10	31.99
7	14.00	31.80	30.30	33.10	31.70	32.60	32.00	32.50	32.20	31.60	32.30	33.30	32.13
8	15.00	31.50	30.50	33.50	31.70	32.30	32.10	32.50	32.40	32.10	33.00	32.70	32.21
9	16.00	30.00	30.00	31.70	31.20	32.50	32.00	31.10	32.00	31.00	32.10	32.90	31.50
10	17.00	30.50	29.40	31.50	30.80	32.40	31.90	30.80	32.10	30.50	32.90	32.10	31.35
11	18.00	30.10	28.00	31.10	30.00	31.00	31.30	30.30	30.00	30.70	31.70	31.60	30.53
12	19.00	28.00	27.10	29.50	28.00	28.10	28.00	27.60	28.10	28.00	28.30	28.50	28.11

Sumber: Data primer diolah Mei 2007

Orientasi Barat

No.	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	8.00	27.10	26.40	26.80	27.10	28.10	27.20	26.60	28.20	27.10	26.00	28.10	27.15
2	9.00	28.30	27.50	27.90	28.30	29.60	28.50	27.10	28.90	28.00	27.50	28.70	28.21
3	10.00	29.10	29.30	28.70	29.50	29.90	29.30	28.00	29.60	29.10	28.00	29.50	29.09
4	11.00	30.00	29.10	29.80	30.00	30.50	30.20	29.00	31.30	29.50	29.00	31.50	29.99
5	12.00	31.50	30.10	30.10	30.70	31.60	31.90	30.30	31.80	30.50	30.20	31.50	30.93
6	13.00	32.10	30.30	31.90	31.70	31.90	32.00	32.10	31.00	31.90	31.50	32.20	31.69
7	14.00	32.50	31.70	32.20	32.90	32.50	31.80	31.50	32.70	32.10	31.80	32.50	32.20
8	15.00	32.60	32.10	32.90	33.00	31.70	31.50	32.10	33.00	32.60	32.40	32.40	32.39
9	16.00	33.10	32.70	33.30	33.10	32.90	32.60	32.00	32.90	33.10	32.00	33.00	32.79
10	17.00	32.00	31.80	32.00	32.90	31.70	31.70	31.30	31.80	33.30	31.80	32.30	32.05
11	18.00	31.10	29.80	31.80	31.50	31.00	31.70	29.10	30.50	31.00	29.90	30.70	30.74
12	19.00	28.00	27.50	28.80	28.60	29.00	28.80	28.50	28.20	29.00	27.70	28.90	28.45

Sumber: Data primer diolah Mei 2007

Lampiran 2. Hasil Pengukuran Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$) luar Ruang pada Ruang Tamu untuk Orientasi Selatan dan Utara

Orientasi Selatan

No.	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	8.00	26.10	26.00	27.20	27.40	28.00	27.30	26.30	28.10	26.30	27.50	28.00	27.11
2	9.00	28.00	26.10	29.00	28.30	29.10	28.10	26.90	28.90	27.30	28.00	28.50	28.02
3	10.00	28.70	26.90	29.10	29.00	30.20	29.80	27.50	30.00	28.20	28.80	29.20	28.85
4	11.00	30.50	27.90	31.00	30.60	30.50	31.30	28.30	29.90	29.40	30.50	31.00	30.08
5	12.00	30.10	29.00	32.30	31.00	31.00	31.30	30.00	31.30	30.00	31.30	31.50	30.80
6	13.00	31.00	29.20	32.20	30.50	32.10	32.00	32.00	31.50	30.80	31.80	31.00	31.28
7	14.00	31.20	29.20	32.10	31.70	32.30	31.80	32.10	31.40	31.30	32.10	31.90	31.55
8	15.00	30.80	29.90	32.00	32.00	32.50	33.00	32.50	32.00	31.70	32.50	32.20	31.92
9	16.00	30.50	30.00	32.20	32.20	31.90	32.50	32.80	32.00	31.20	32.20	32.50	31.82
10	17.00	29.10	28.10	33.10	31.00	31.00	32.30	31.70	31.30	30.80	30.80	32.00	31.02
11	18.00	28.90	28.00	29.90	31.10	29.50	30.80	30.00	31.00	29.60	30.50	31.10	30.04
12	19.00	27.90	27.20	29.00	29.00	28.10	28.80	29.00	29.10	28.00	28.10	29.00	28.47

Sumber : Data primer diolah Mei 2007

Orientasi Utara

No.	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	8.00	28.30	26.00	30.00	28.80	27.70	29.50	27.30	29.00	28.80	26.50	29.30	28.29
2	9.00	30.00	27.10	30.80	29.80	29.00	30.30	28.60	30.10	27.50	28.80	29.60	29.24
3	10.00	31.10	30.00	31.30	30.70	30.10	31.30	30.10	30.90	30.00	30.00	31.00	30.59
4	11.00	30.80	30.60	32.90	31.80	31.30	32.10	31.30	31.00	30.50	31.70	32.10	31.46
5	12.00	31.30	31.10	32.00	33.10	32.00	32.50	31.70	33.10	31.30	32.00	32.00	32.01
6	13.00	31.60	31.30	32.70	33.20	32.50	33.00	32.10	33.40	32.10	33.00	32.50	32.49
7	14.00	31.70	32.30	33.00	33.10	33.10	33.10	33.00	33.00	32.50	33.10	33.00	32.81
8	15.00	33.10	33.00	33.30	33.80	33.00	33.50	33.10	33.00	33.00	32.70	33.50	33.18
9	16.00	31.30	32.50	33.10	33.00	32.70	33.00	33.00	33.10	33.20	33.00	33.20	32.83
10	17.00	30.50	31.90	31.90	32.80	32.10	32.10	32.50	33.00	32.90	32.00	31.50	32.11
11	18.00	30.70	30.70	30.70	31.80	31.30	31.70	31.20	32.00	31.50	31.50	30.60	31.25
12	19.00	29.10	28.50	28.50	29.20	29.00	29.20	28.90	29.00	29.00	28.70	28.00	28.83

Sumber : Data primer diolah Mei 2007

Lampiran 3 Hasil Pengukuran Kecepatan Angin (m/detik) Luar Ruang pada Ruang Tamu untuk Orientasi Timur dan Barat

Orientasi Timur

No.	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.17	0.00	0.00	0.15	0.25	0.06	0.06
3	10.00	0.15	0.13	0.00	0.00	0.26	0.00	0.27	0.24	0.15	0.28	0.00	0.13	0.13
4	11.00	0.28	0.20	0.33	0.20	0.11	0.48	0.18	0.55	0.00	0.00	0.29	0.24	0.24
5	12.00	0.16	0.55	0.47	0.13	0.19	0.00	0.45	0.00	0.27	0.35	0.17	0.25	0.25
6	13.00	0.25	0.00	0.65	0.00	0.46	0.00	0.61	0.21	0.00	0.56	0.00	0.25	0.25
7	14.00	0.30	0.52	0.18	0.26	0.49	0.51	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.26	0.26
8	15.00	0.35	0.00	0.40	0.15	0.22	0.22	0.00	0.35	0.20	0.53	0.00	0.22	0.22
9	16.00	0.48	0.45	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.33	0.16	0.16
10	17.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	0.18	0.20	0.00	0.20	0.35	0.13	0.13
11	18.00	0.00	0.00	0.47	0.00	0.33	0.37	0.33	0.00	0.52	0.00	0.45	0.22	0.22
12	19.00	0.45	0.44	0.50	0.52	0.48	0.59	0.45	0.44	0.47	0.12	0.12	0.42	0.42

Sumber: Data primer diolah Mei 2007

Orientasi Barat

No.	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	9.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.28	0.00	0.00	0.10	0.12	0.00	0.00	0.06	0.06
3	10.00	0.21	0.10	0.00	0.27	0.00	0.20	0.32	0.32	0.33	0.21	0.00	0.18	0.18
4	11.00	0.00	0.10	0.52	0.55	0.40	0.33	0.15	0.00	0.10	0.35	0.42	0.27	0.27
5	12.00	0.37	0.15	0.00	0.00	0.21	0.61	0.21	0.43	0.53	0.27	0.47	0.30	0.30
6	13.00	0.00	0.00	0.10	0.22	0.00	0.00	0.44	0.62	0.66	0.30	0.72	0.28	0.28
7	14.00	0.59	0.33	0.49	0.00	0.00	0.57	0.55	0.00	0.00	0.32	0.10	0.27	0.27
8	15.00	0.20	0.00	0.34	0.41	0.10	0.00	0.23	0.59	0.00	0.37	0.41	0.24	0.24
9	16.00	0.10	0.21	0.00	0.05	0.42	0.50	0.00	0.31	0.00	0.52	0.00	0.19	0.19
10	17.00	0.00	0.47	0.05	0.20	0.47	0.00	0.00	0.20	0.22	0.00	0.00	0.15	0.15
11	18.00	0.50	0.00	0.42	0.00	0.47	0.00	0.37	0.00	0.40	0.00	0.49	0.24	0.24
12	19.00	0.65	0.57	0.63	0.53	0.65	0.51	0.45	0.12	0.47	0.52	0.50	0.51	0.51

Sumber: Data primer diolah Mei 2007

Lampiran 4. Hasil Pengukuran Kecepatan Angin (m/detik) Luar Ruang pada Ruang Tamu untuk Orientasi Selatan dan Utara

Orientasi Selatan

No.	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.12	0.00	0.00	0.21	0.00	0.11	0.11	0.05
3	10.00	0.21	0.00	0.15	0.15	0.27	0.25	0.00	0.19	0.00	0.41	0.00	0.15	0.15
4	11.00	0.59	0.35	0.00	0.31	0.07	0.00	0.07	0.22	0.35	0.17	0.48	0.24	0.24
5	12.00	0.00	0.41	0.32	0.17	0.47	0.39	0.12	0.55	0.19	0.10	0.00	0.25	0.25
6	13.00	0.13	0.65	0.00	0.18	0.61	0.55	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.22	0.22
7	14.00	0.00	0.10	0.57	0.31	0.00	0.00	0.25	0.51	0.00	0.45	0.45	0.24	0.24
8	15.00	0.36	0.35	0.19	0.35	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.13	0.25	0.18	0.18
9	16.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.30	0.15	0.45	0.37	0.00	0.00	0.15	0.15
10	17.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.15	0.19	0.46	0.00	0.37	0.00	0.00	0.12	0.12
11	18.00	0.00	0.46	0.42	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.45	0.19	0.33	0.20	0.20
12	19.00	0.40	0.51	0.47	0.45	0.53	0.12	0.44	0.45	0.10	0.45	0.58	0.41	0.41

Sumber: Data primer diolah Mei 2007

Orientasi Utara

No.	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke											Rata-rata (Mean)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	9.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.10	0.12	0.05	0.05
3	10.00	0.32	0.00	0.15	0.15	0.21	0.00	0.17	0.00	0.00	0.30	0.27	0.14	0.14
4	11.00	0.10	0.32	0.30	0.21	0.00	0.10	0.52	0.55	0.35	0.13	0.00	0.23	0.23
5	12.00	0.15	0.20	0.15	0.55	0.27	0.12	0.00	0.00	0.47	0.54	0.40	0.26	0.26
6	13.00	0.40	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.69	0.65	0.55	0.25	0.25
7	14.00	0.50	0.00	0.31	0.50	0.55	0.27	0.00	0.44	0.12	0.00	0.00	0.24	0.24
8	15.00	0.15	0.00	0.36	0.00	0.21	0.00	0.35	0.36	0.33	0.00	0.61	0.22	0.22
9	16.00	0.00	0.42	0.56	0.44	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.17	0.17
10	17.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.49	0.19	0.00	0.00	0.20	0.17	0.13	0.13
11	18.00	0.30	0.44	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	0.35	0.35	0.39	0.00	0.21	0.21
12	19.00	0.41	0.05	0.45	0.47	0.45	0.49	0.43	0.59	0.59	0.51	0.15	0.42	0.42

Sumber: Data primer diolah Mei 2007

Lampiran 5. Hasil Pengukuran Kelembaban Udara Relatif (RH%) Luar Ruang pada Ruang Tamu untuk Orientasi Timur dan Barat

Orientasi Timur

No.	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	8.00	73.18	70.10	69.72	69.05	73.00	73.12	70.11	69.04	68.00	73.25	69.05
2	9.00	72.31	70.35	68.80	69.45	72.15	73.36	69.05	69.18	68.15	72.14	68.01
3	10.00	72.54	69.80	68.15	70.66	71.85	71.55	68.00	68.22	69.22	71.00	67.00
4	11.00	71.10	68.85	67.00	69.72	70.81	71.67	68.15	67.75	67.14	70.75	67.23
5	12.00	70.22	70.15	65.19	68.45	71.77	70.81	67.27	65.91	67.62	68.77	68.47
6	13.00	68.75	70.17	65.11	67.92	71.75	70.00	65.13	65.52	66.13	68.14	67.92
7	14.00	67.60	67.25	66.25	67.30	69.31	69.00	64.48	64.15	65.18	69.11	66.65
8	15.00	65.15	67.50	66.05	66.17	67.33	68.85	63.73	64.00	64.24	67.17	65.31
9	16.00	66.05	68.45	66.00	65.12	65.66	67.92	66.95	63.45	64.00	67.22	67.84
10	17.00	67.18	68.91	64.20	67.93	67.15	67.41	67.00	66.23	66.15	69.36	67.21
11	18.00	67.11	70.32	67.57	68.15	68.53	68.25	68.15	68.11	68.17	69.00	68.13
12	19.00	72.25	71.35	69.69	70.00	69.81	70.15	69.33	69.05	70.32	71.15	71.00

Sumber: Data primer diolah Mei 2007

Orientasi Barat

No.	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	8.00	74.21	71.00	71.11	69.05	72.00	71.23	72.34	70.33	69.31	71.38	69.05
2	9.00	72.45	72.00	71.36	69.15	70.08	71.45	70.18	68.21	69.26	69.15	68.00
3	10.00	71.00	72.15	72.25	68.81	68.29	70.67	70.25	67.05	69.14	69.81	68.15
4	11.00	72.00	71.25	69.67	66.95	68.33	70.55	71.30	67.81	65.25	67.75	67.74
5	12.00	73.81	70.30	68.92	65.85	69.21	69.22	71.00	68.65	64.00	69.00	66.29
6	13.00	71.21	68.11	67.45	65.12	67.00	66.17	65.00	66.70	63.15	69.33	66.18
7	14.00	70.75	69.08	66.12	67.18	65.05	69.49	65.25	66.98	63.27	67.67	64.11
8	15.00	65.66	67.42	64.00	66.23	65.15	67.55	66.00	65.91	62.00	67.59	63.38
9	16.00	68.62	68.81	64.15	67.27	66.25	65.70	67.23	64.28	62.88	65.55	62.74
10	17.00	69.05	67.95	66.25	65.00	68.14	67.00	67.82	64.00	64.25	65.65	65.70
11	18.00	69.08	68.25	67.45	67.35	68.67	68.91	68.95	69.15	67.33	68.73	68.65
12	19.00	72.14	70.00	69.00	69.11	71.85	70.47	71.18	71.18	69.81	72.75	70.50

Sumber: Data primer diolah Mei 2007

Lampiran 6. Hasil Pengukuran Kelembaban Udara Relatif (RH%) Luar Ruang pada Ruang Tamu untuk Orientasi Selatan dan Utara

Orientasi Selatan

No.	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	8.00	72.11	71.82	74.00	69.13	72.11	73.72	72.11	69.30	71.15	73.12	70.18
2	9.00	70.18	72.35	73.15	69.67	74.82	71.57	72.15	68.56	71.27	73.17	71.85
3	10.00	70.45	72.60	72.24	68.10	73.33	71.55	71.27	68.50	70.35	72.10	69.70
4	11.00	68.29	71.00	70.48	70.05	72.28	70.12	70.15	67.30	71.65	70.00	68.65
5	12.00	66.33	70.15	67.72	70.40	71.25	69.00	71.00	68.00	71.17	67.82	69.36
6	13.00	65.72	69.05	69.83	71.63	70.13	68.15	68.55	68.15	71.15	67.19	68.18
7	14.00	65.12	69.31	69.56	69.18	70.05	69.05	68.80	67.00	69.15	66.32	67.11
8	15.00	68.95	68.18	68.72	69.37	69.00	68.18	67.66	67.18	69.75	66.00	67.15
9	16.00	68.00	66.22	68.95	69.52	70.05	67.23	67.62	66.24	68.30	66.15	67.10
10	17.00	69.11	68.75	70.60	68.65	69.55	69.57	67.00	65.27	69.00	69.77	71.00
11	18.00	70.18	69.63	70.90	69.15	68.08	69.62	69.70	68.38	70.15	69.80	71.15
12	19.00	71.00	71.10	71.36	70.12	69.12	70.65	69.95	69.27	70.36	70.35	72.36

Sumber: Data primer diolah Mei 2007

Orientasi Utara

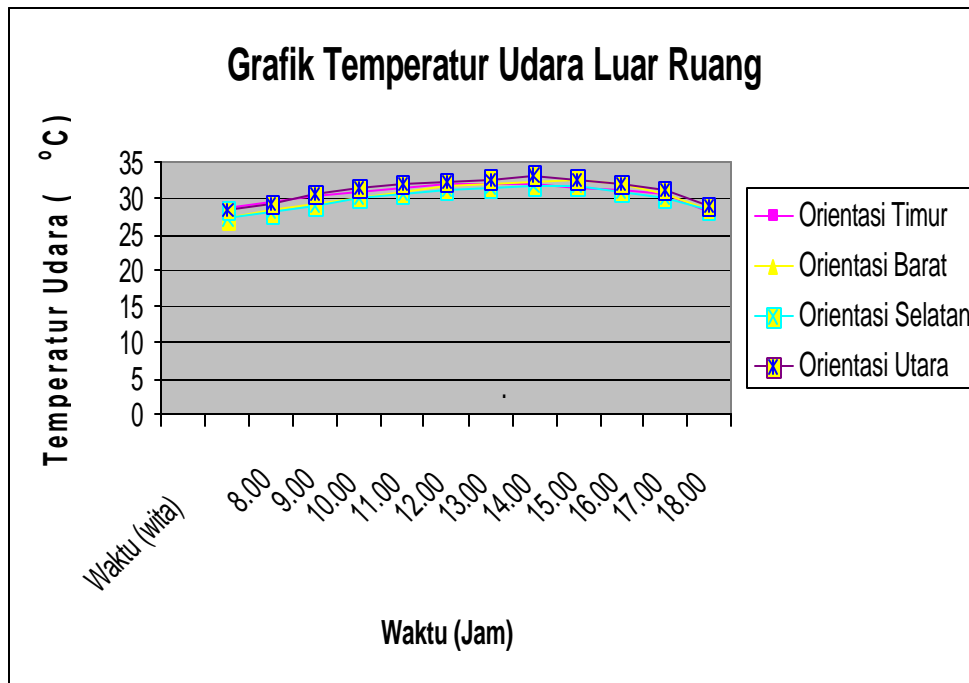
No.	Waktu (wita)	Pengukuran Hari Ke										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	8.00	69.05	69.85	70.18	71.25	69.00	68.05	71.15	71.15	69.00	72.30	71.15
2	9.00	62.25	70.26	67.25	70.40	68.75	68.15	71.27	68.20	68.15	72.35	70.18
3	10.00	62.18	69.39	68.00	69.18	68.05	67.26	71.10	67.15	68.17	69.45	68.25
4	11.00	65.30	68.45	65.15	69.20	67.15	68.33	68.40	65.16	69.05	68.57	67.00
5	12.00	63.14	65.00	64.17	66.35	67.17	66.45	67.88	67.10	68.15	67.65	65.15
6	13.00	61.91	63.05	62.85	65.57	67.55	65.15	66.95	66.00	66.87	65.71	65.05
7	14.00	65.65	65.30	63.25	64.85	66.00	65.00	66.60	65.35	65.56	66.70	64.18
8	15.00	68.40	68.00	63.00	64.88	64.35	63.40	65.70	65.85	64.15	64.65	64.20
9	16.00	68.21	66.11	64.15	65.95	65.60	64.45	64.75	67.70	65.15	64.45	65.15
10	17.00	68.10	67.05	67.90	66.65	67.65	65.70	66.77	68.30	68.05	66.81	67.25
11	18.00	69.00	68.17	68.00	68.75	69.51	69.75	70.00	69.45	69.00	69.19	69.00
12	19.00	70.00	69.39	69.70	70.50	72.25	71.16	71.85	69.15	70.35	71.05	71.35

Sumber: Data primer diolah Mei 2007

Lampiran 7. Hasil Pengukuran dan Grafik Temperatur Rata-Rata (°C) Luar Ruang Pada Ruang Tamu

No	Waktu (Wita)	Orientasi			
		Barat	Timur	Utara	Selatan
1	8.00	27.15	28.63	28.29	27.11
2	9.00	28.21	29.49	29.24	28.02
3	10.00	29.09	30.42	30.59	28.85
4	11.00	29.99	30.85	31.46	30.08
5	12.00	30.93	31.59	32.01	30.80
6	13.00	31.69	31.99	32.49	31.28
7	14.00	32.20	32.13	32.81	31.55
8	15.00	32.39	32.21	33.18	31.92
9	16.00	32.79	31.50	32.83	31.82
10	17.00	32.05	31.35	32.11	31.02
11	18.00	30.74	30.53	31.25	30.04
12	19.00	28.45	28.11	28.83	28.47
Rata-rata		30.47	30.73	31.26	30.08

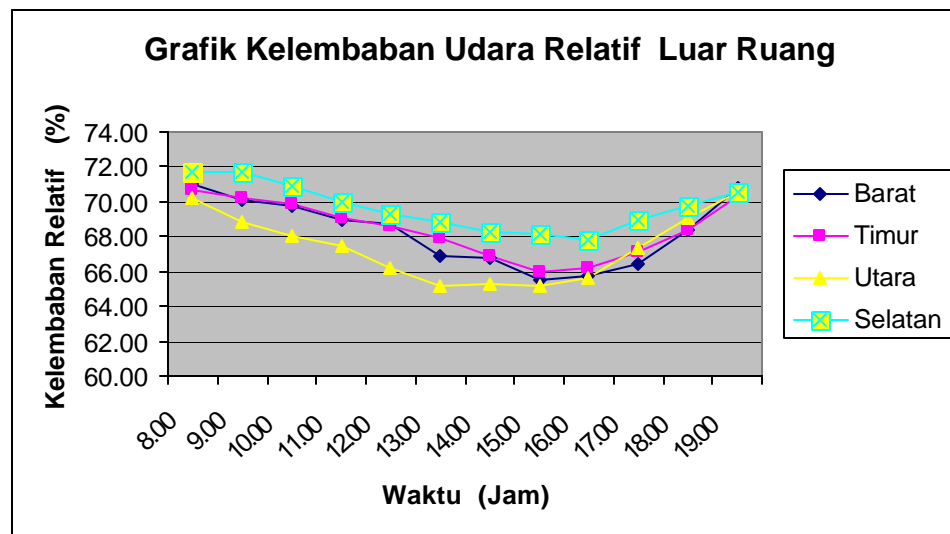
Sumber : Data primer diolah Mei 2007



Lampiran 8. Hasil Pengukuran dan Grafik Kelembaban Udara Relatif Rata-Rata (%) Luar Ruang Pada Ruang Tamu

No	Waktu (Wita)	Orientasi			
		Barat	Timur	Utara	Selatan
1	8.00	71.00	70.69	70.19	71.70
2	9.00	70.12	70.27	68.84	71.70
3	10.00	69.78	69.82	68.02	70.93
4	11.00	68.96	69.11	67.43	70.00
5	12.00	68.75	68.6	66.2	69.29
6	13.00	66.86	67.87	65.15	68.88
7	14.00	66.81	66.93	65.31	68.24
8	15.00	65.54	65.95	65.14	68.19
9	16.00	65.77	66.24	65.61	67.76
10	17.00	66.44	67.16	67.29	68.93
11	18.00	68.41	68.32	69.07	69.70
12	19.00	70.73	70.37	70.61	70.51
Rata-rata		68.26	68.44	67.40	69.65

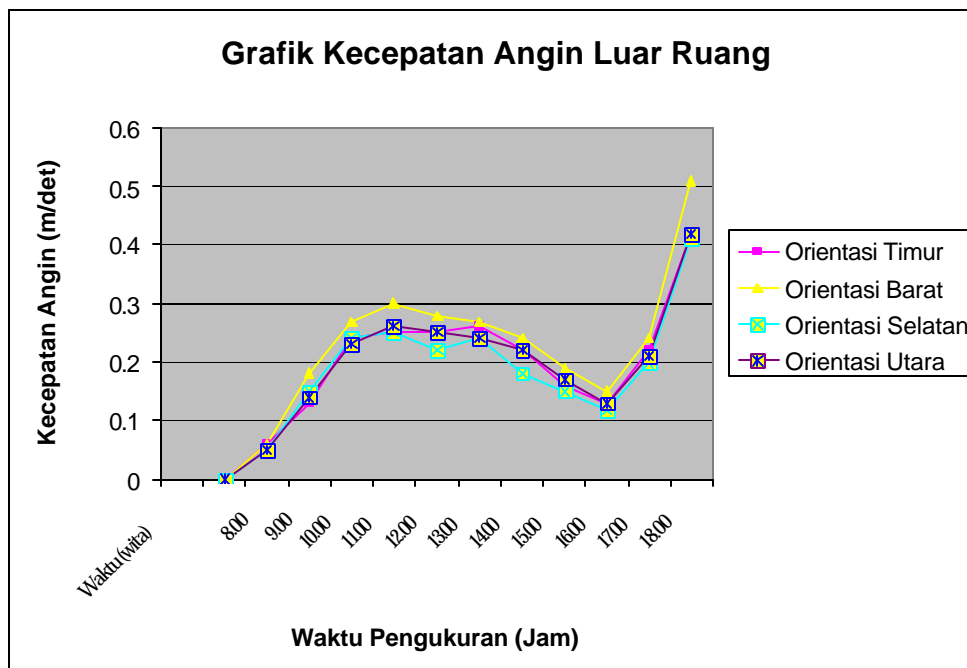
Sumber : Data primer diolah Mei 2007



Lampiran 9. Hasil Pengukuran dan Grafik Kecepatan Angin Rata-Rata (m/detik) Luar Ruang Pada Ruang Tamu

No	Waktu (Wita)	Orientasi (m/det.)			
		Barat	Timur	Utara	Selatan
1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	9.00	0.06	0.06	0.05	0.05
3	10.00	0.18	0.13	0.14	0.15
4	11.00	0.27	0.24	0.23	0.24
5	12.00	0.30	0.25	0.26	0.25
6	13.00	0.28	0.25	0.25	0.22
7	14.00	0.27	0.26	0.24	0.24
8	15.00	0.24	0.22	0.22	0.18
9	16.00	0.19	0.16	0.17	0.15
10	17.00	0.15	0.13	0.13	0.12
11	18.00	0.24	0.22	0.21	0.20
12	19.00	0.51	0.42	0.42	0.41
Rata-rata		0.22	0.19	0.19	0.18

Sumber : Data primer diolah Mei 2007

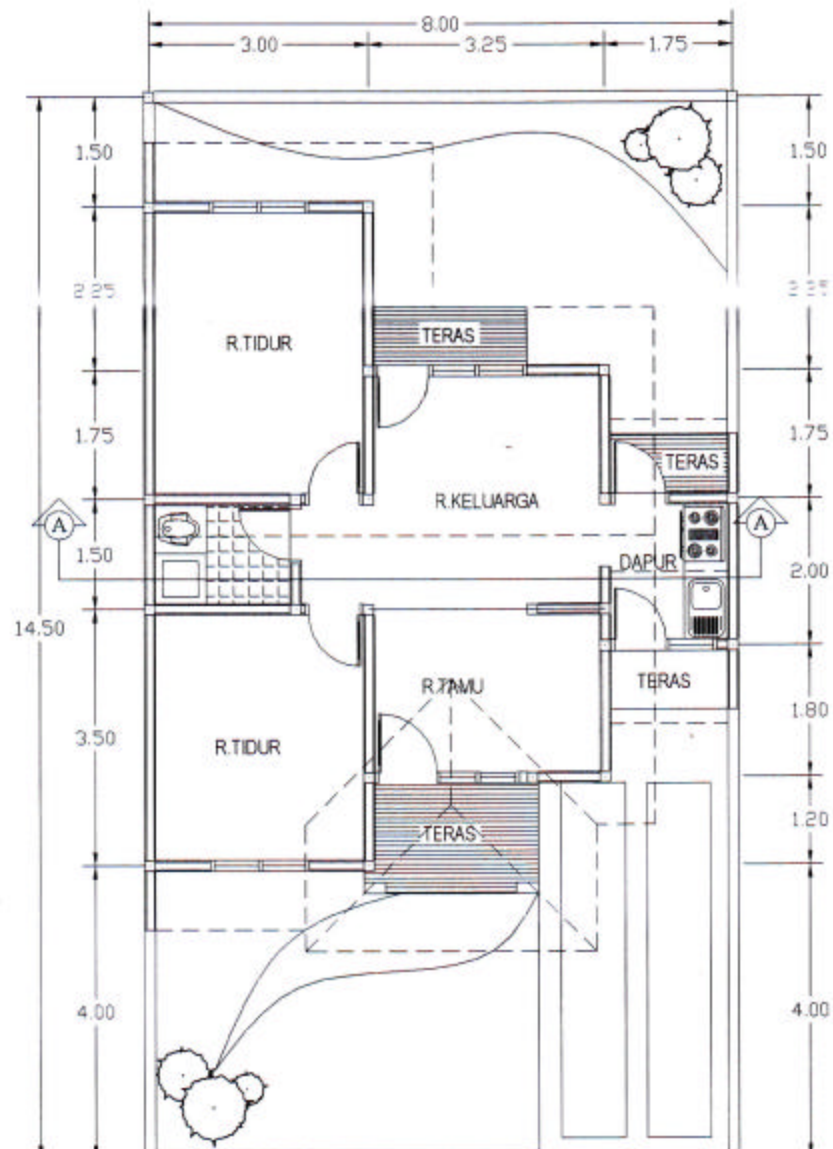


Lampiran 10. Gambar Denah dan Tampak Depan Rumah Penelitian

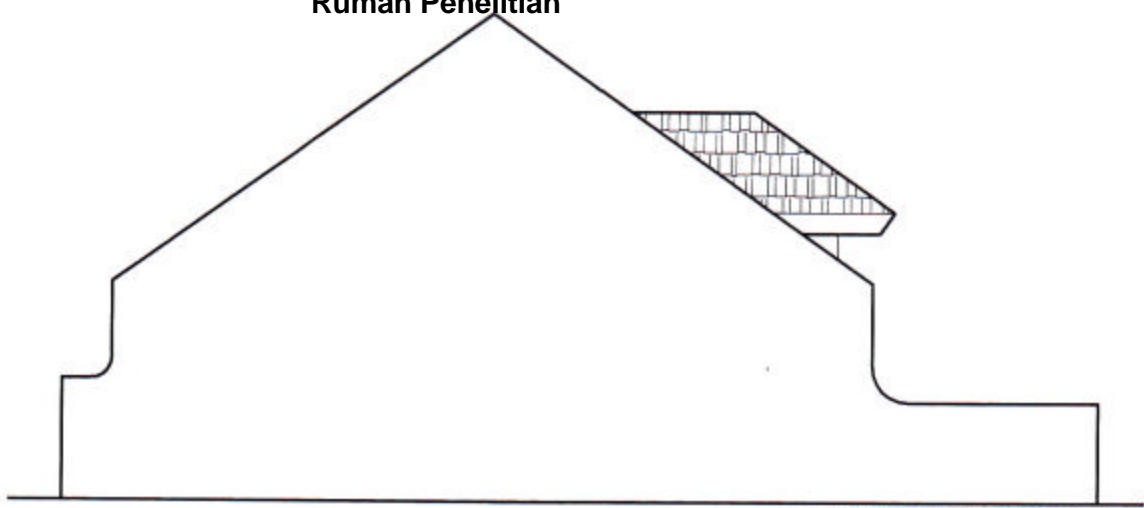


TAMPAK DEPAN

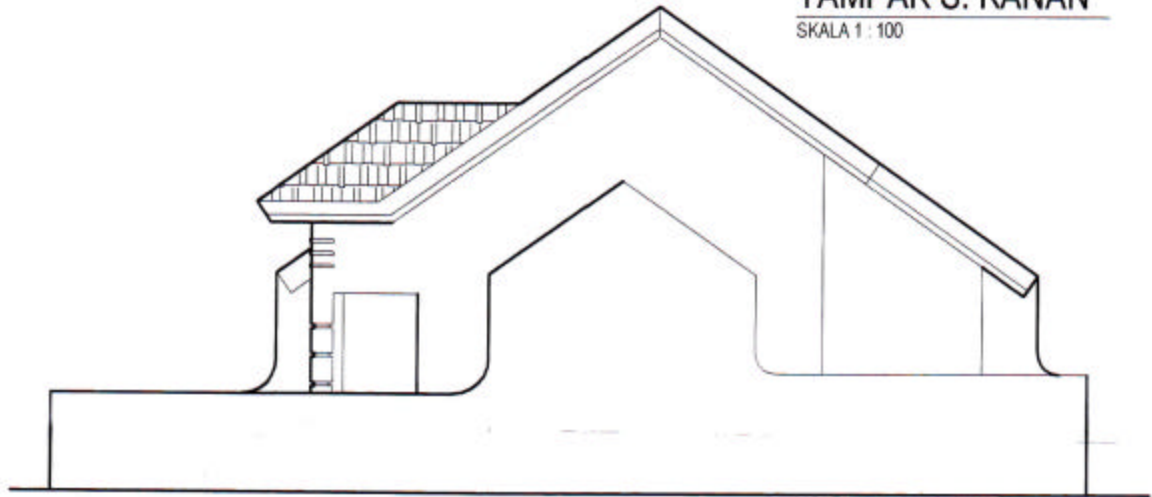
SKALA 1 : 100



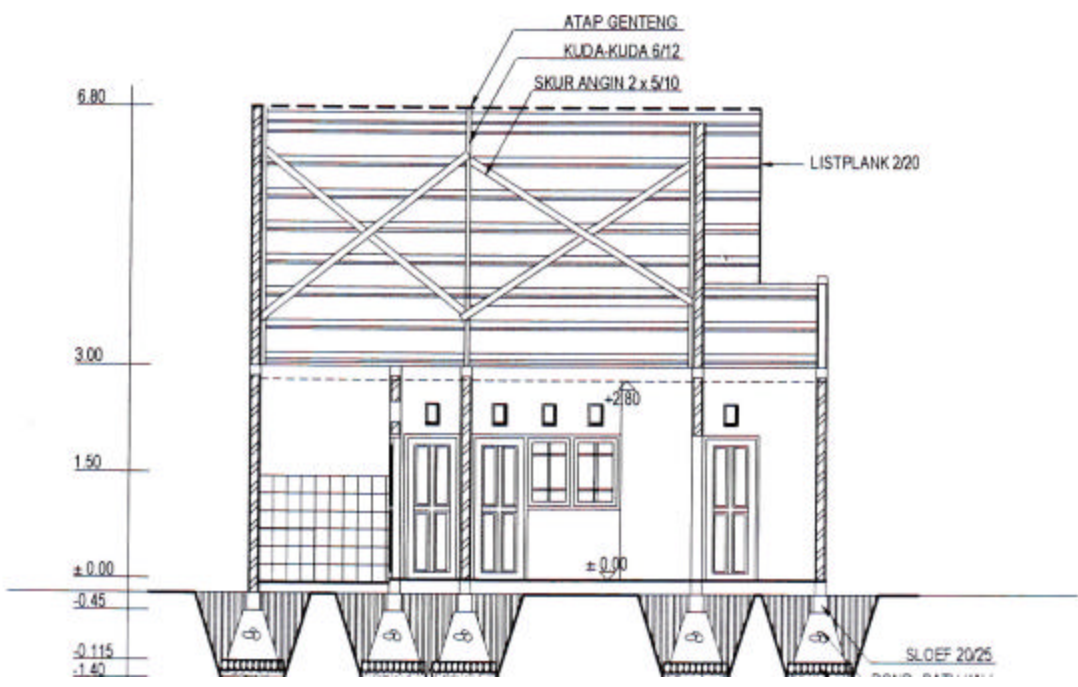
Lampiran 11. Gambar Tampak Samping Kanan, Samping Kiri dan Potongan A – A Rumah Penelitian



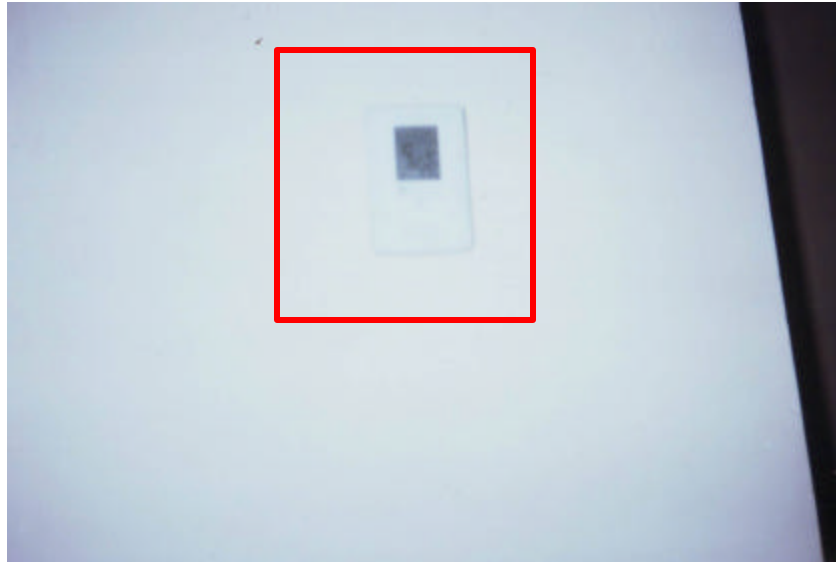
TAMPAK S. KANAN
SKALA 1 : 100



TAMPAK S. KIRI
SKALA 1 : 100



Lampiran 13. Gambar Kegiatan Pengukuran di Lokasi Penelitian



Gambar Pengukuran Temperatur Ruang Tamu



Gambar Pengukuran Temperatur Luar Ruang



Gambar Pengukuran Kecepatan Angin dalam Ruang



Gambar Pengukuran Kecepatan Angin dalam Ruang

Lampiran 14. Gambar Pemasangan Alat-Alat Ukur Penelitian (a,b,c,d).



(a)



(b)



(c)



(d)

Lampiran 15. Gambar Kegiatan Pengukuran di Lokasi Penelitian



Gambar Pengukuran Temperatur di Luar Ruang



Gambar Pengukuran Pengukuran Kelembaban Relatif di Luar Ruang



Gambar Pengukuran Kecepatan Angin di Luar Ruang



Gambar Pengukuran Temperatur Udara di Dalam Ruang



Gambar Pengukuran Kelembaban Relatif di Dalam Ruang



Gambar Pengukuran Kecepatan Angin di Dalam Ruang

Lampiran 16. Tampak Depan Rumah Lokasi Penelitian (a dan b)



(a)



(b)

LAMPIRAN 12.

Salinan Sebagian

Standar SK.T-14 -1993-03

TATA CARA PERENCANAAN TEKNIK KONSERVASI ENERGI PADA BANGUNAN GEDUNG DI INDONESIA

3.5 Kenyamanan Termal pada Bangunan Gedung yang tidak dikondisikan

3.5.1 Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan yang mempengaruhi kenyamanan termal adalah:

1. Temperatur Bola Kering
2. Temperatur Bola Basah
3. Temperatur Udara
4. Radiasi Permukaan yang Panas

3.5.2 Daerah Kenyamanan Termal di Indonesia

Daerah kenyamanan termal untuk orang Indonesia dibagi menjadi:

1. Sejuk Nyaman, antara suhu $20,5^{\circ}\text{C}$ – $22,8^{\circ}\text{C}$
2. Nyaman Optimal, antara suhu Efektif $22,8^{\circ}\text{C}$ - $25,8^{\circ}\text{C}$
3. Hangat nyaman, antara suhu Efektif $25,8^{\circ}\text{C}$ - $27,1^{\circ}\text{C}$

3.5.3 Ventilasi Untuk Kenyamanan Termal

Ventilasi disamping untuk memenuhi kebutuhan kesehatan, diperlukan pula untuk membantu mendapatkan kenyamanan termal.

3.5.4 Ventilasi Gaya Angin dan Gaya Termal

Ventilasi dapat terjadi karena adanya gaya angin yang disebut ventilasi gaya angin dan karena gaya termal yang disebut ventilasi gaya termal.

3.5.5 Ventilasi Gaya Angin Karena tekanan Udara

Ventilasi gaya angin terjadi karena adanya perbedaan tekanan udara pada sisi bangunan sebelah hilir dan sisi bangunan sebelah hulu dengan sisi bangunan sebelah hulu arah datangnya angin.

3.5.6 Ventilasi Gaya Termal

Ventilasi gaya termal terjadi karena perbedaan tekanan udara didalam dan di luar ruangan, karena perbedaan suhu udara. Besarnya laju aliran udara tergantung dari beda tinggi lubang udara ke luar terhadap lubang udara masuk. Beda suhu udara didalam dengan diluar bangunan dan luas lubang ventilasi.

3.5.7 Laju Aliran Udara

Untuk mengambil perolehan panas yang terjadi di luar ruangan diperlukan laju aliran udara dengan jumlah tertentu untuk menjaga supaya suhu udara didalam ruangan tidak bertambah melewati harga yang di inginkan. Jumlah laju aliran Udara V (M^3 detik) tersebut dapat dihitung dengan persamaan.

$$V = \frac{Q}{F_e(t_2 - t_1)}, \quad t_2 > t_1 = \text{Kenaikan suhu terhadap udara luar}$$

3.5.8 Ventilasi bangunan Gedung, yang dikondisikan

Setiap bangunan gedung yang tidak dikondisikan harus dilengkapi dengan:

1. Pencahayaan alami yang berupa jendela.
2. Ventilasi alami yang berupa jendela, kisi-kisi atau bukaan lainnya yang dapat dilalui udara.

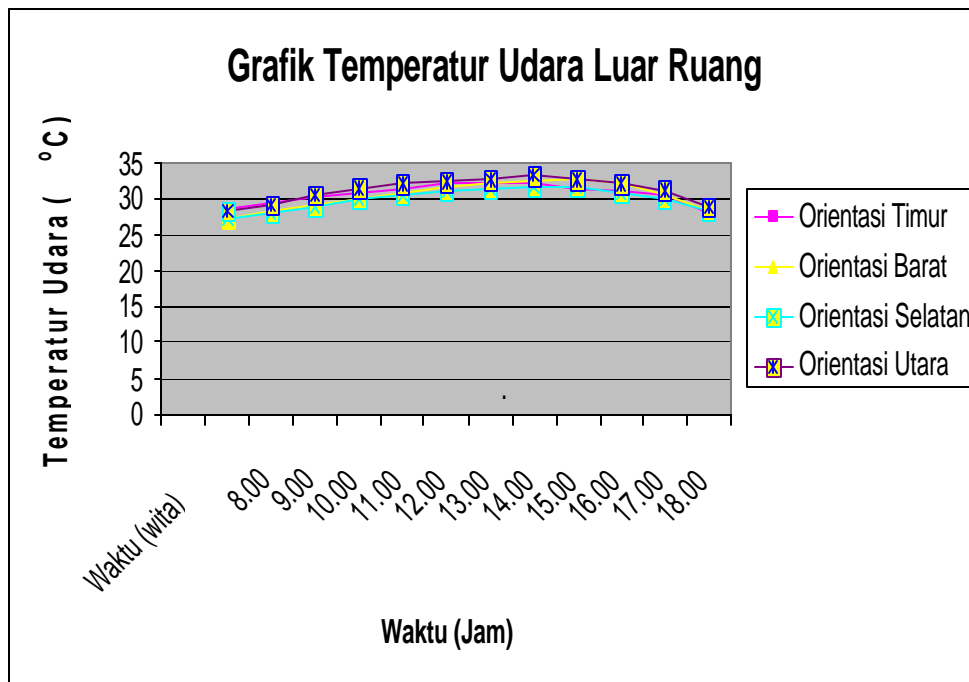
3.5.9 Luas Lubang Cahaya

Persyaratan untuk luas lubang cahaya dapat dilihat pada SNI-03-396-1991 tentang tata cara perancangan penerangan alami siang hari untuk rumah dan gedung.

Lampiran 7. Hasil Pengukuran dan Grafik Temperatur Rata-Rata (°C) Luar Ruang Pada Ruang Tamu

No	Waktu (Wita)	Orientasi			
		Barat	Timur	Utara	Selatan
1	8.00	27.15	28.63	28.29	27.11
2	9.00	28.21	29.49	29.24	28.02
3	10.00	29.09	30.42	30.59	28.85
4	11.00	29.99	30.85	31.46	30.08
5	12.00	30.93	31.59	32.01	30.80
6	13.00	31.69	31.99	32.49	31.28
7	14.00	32.20	32.13	32.81	31.55
8	15.00	32.39	32.21	33.18	31.92
9	16.00	32.79	31.50	32.83	31.82
10	17.00	32.05	31.35	32.11	31.02
11	18.00	30.74	30.53	31.25	30.04
12	19.00	28.45	28.11	28.83	28.47
Rata-rata		30.47	30.73	31.26	30.08

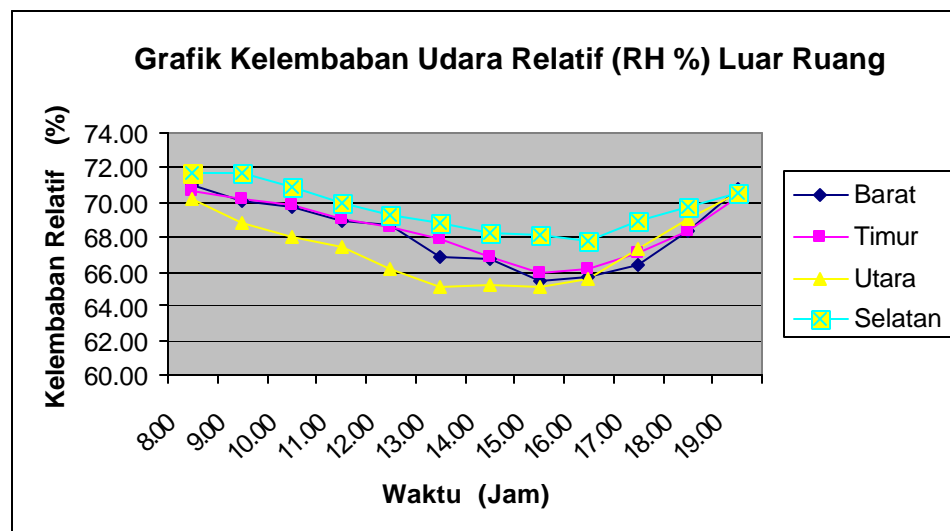
Sumber : Data primer diolah Mei 2007



Lampiran 8. Hasil Pengukuran dan Grafik Kelembaban Udara Relatif Rata-Rata (RH %) Luar Ruang Pada Ruang Tamu

No	Waktu (Wita)	Orientasi			
		Barat	Timur	Utara	Selatan
1	8.00	71.00	70.69	70.19	71.70
2	9.00	70.12	70.27	68.84	71.70
3	10.00	69.78	69.82	68.02	70.93
4	11.00	68.96	69.11	67.43	70.00
5	12.00	68.75	68.6	66.2	69.29
6	13.00	66.86	67.87	65.15	68.88
7	14.00	66.81	66.93	65.31	68.24
8	15.00	65.54	65.95	65.14	68.19
9	16.00	65.77	66.24	65.61	67.76
10	17.00	66.44	67.16	67.29	68.93
11	18.00	68.41	68.32	69.07	69.70
12	19.00	70.73	70.37	70.61	70.51
Rata-rata		68.26	68.44	67.40	69.65

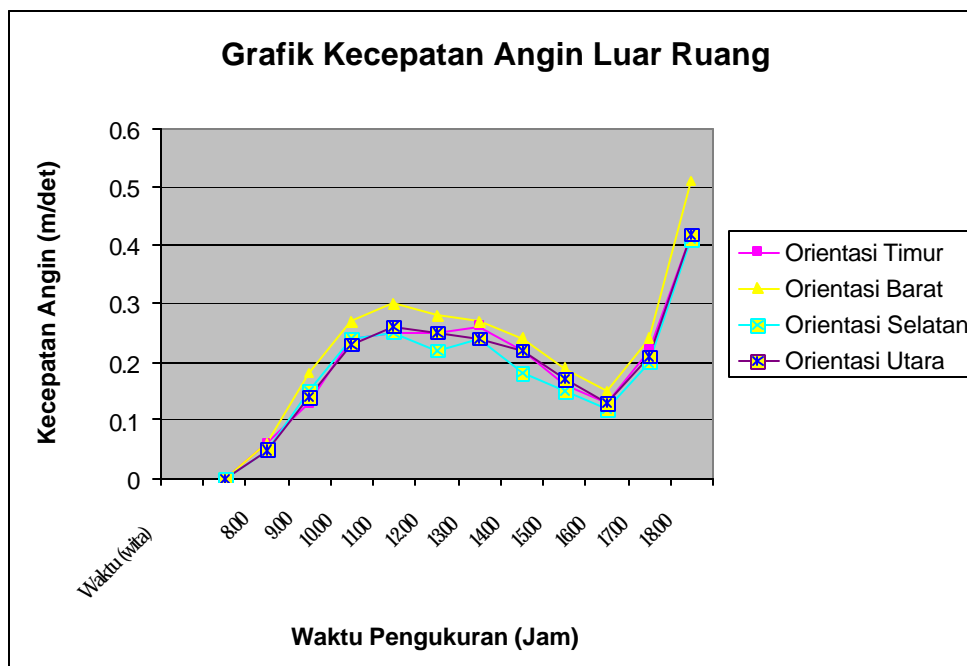
Sumber : Data primer diolah Mei 2007



Lampiran 9. Hasil Pengukuran dan Grafik Kecepatan Angin Rata-Rata (m/detik) Luar Ruang Pada Ruang Tamu

No	Waktu (Wita)	Orientasi (m/det.)			
		Barat	Timur	Utara	Selatan
1	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	9.00	0.06	0.06	0.05	0.05
3	10.00	0.18	0.13	0.14	0.15
4	11.00	0.27	0.24	0.23	0.24
5	12.00	0.30	0.25	0.26	0.25
6	13.00	0.28	0.25	0.25	0.22
7	14.00	0.27	0.26	0.24	0.24
8	15.00	0.24	0.22	0.22	0.18
9	16.00	0.19	0.16	0.17	0.15
10	17.00	0.15	0.13	0.13	0.12
11	18.00	0.24	0.22	0.21	0.20
12	19.00	0.51	0.42	0.42	0.41
Rata-rata		0.22	0.19	0.19	0.18

Sumber : Data primer diolah Mei 2007

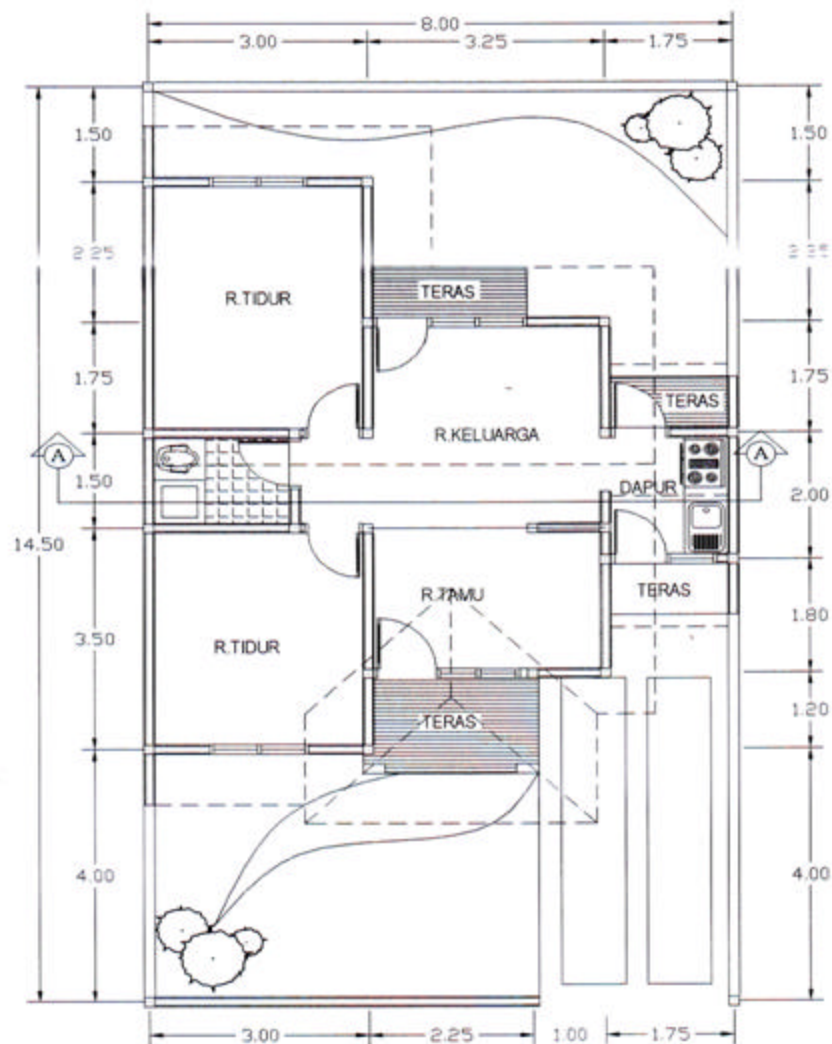


Lampiran 10. Gambar Denah dan Tampak Depan Rumah Penelitian



TAMPAK DEPAN

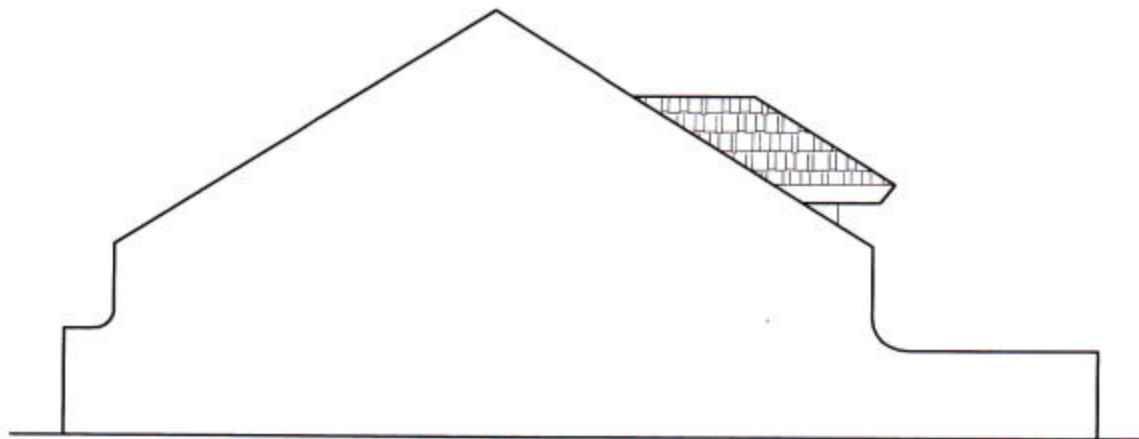
SKALA 1 : 100



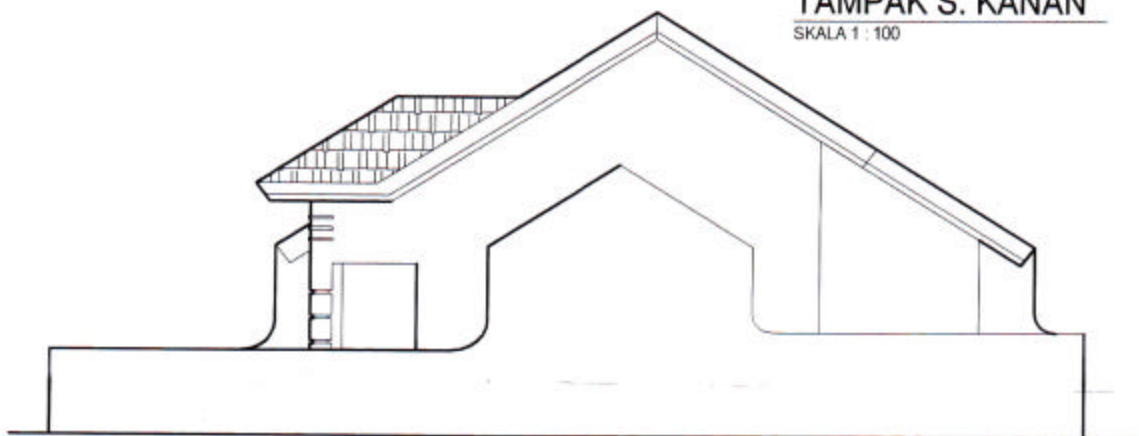
DENAH TYPE 50/116

SKALA 1 : 100

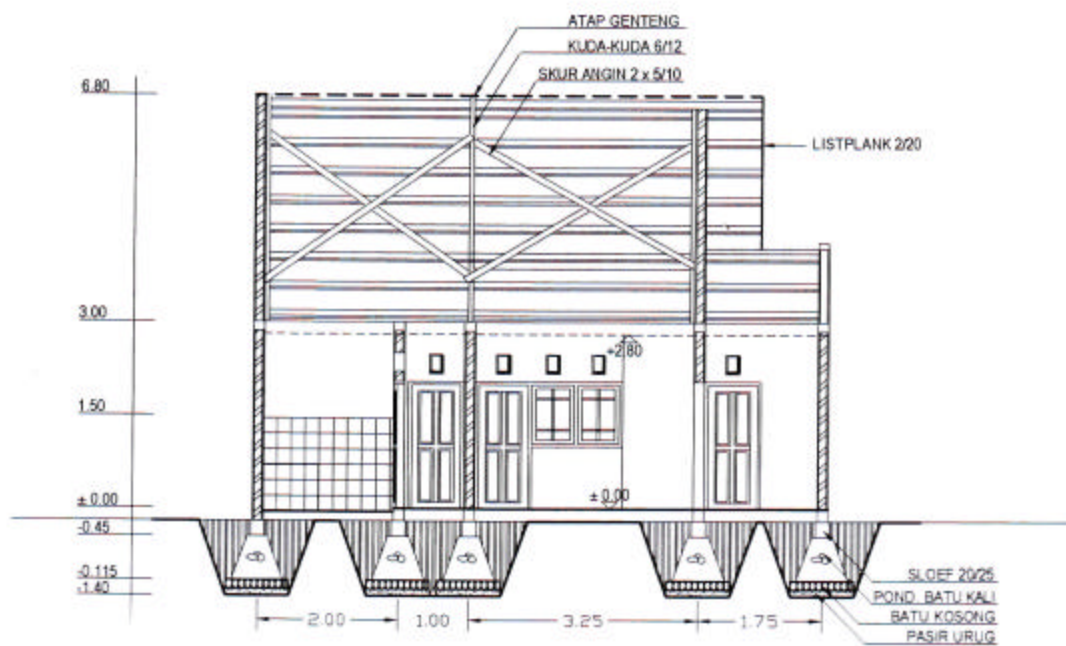
Lampiran 11. Gambar Tampak Samping Kanan, Samping Kiri dan Potongan A – A Rumah Penelitian



TAMPAK S. KANAN
SKALA 1 : 100



TAMPAK S. KIRI
SKALA 1 : 100



POTONGAN A-A
SKALA 1 : 100

LAMPIRAN 12.

Salinan Sebagian

Standar SK.T-14 -1993-03**TATA CARA PERENCANAAN TEKNIK KONSERVASI ENERGI PADA
BANGUNAN GEDUNG DI INDONESIA****3.5 Kenyamanan Termal pada Bangunan Gedung yang tidak dikondisikan****3.5.1 Faktor Lingkungan**

Faktor lingkungan yang mempengaruhi kenyamanan termal adalah:

1. Temperatur Bola Kering
2. Temperatur Bola Basah
3. Temperatur Udara
4. Radiasi Permukaan yang Panas

3.5.2 Daerah Kenyamanan Termal di Indonesia

Daerah kenyamanan termal untuk orang Indonesia dibagi menjadi:

1. Sejuk Nyaman, antara $20,5^{\circ}\text{C}$ – $22,8^{\circ}\text{C}$
2. Nyaman Optimal, antara suhu Efektif $22,8^{\circ}\text{C}$ - $25,8^{\circ}\text{C}$
3. Hangat nyaman, antara suhu Efektif $25,8^{\circ}\text{C}$ - $27,1^{\circ}\text{C}$

3.5.3 Ventilasi Untuk Kenyamanan Termal

Ventilasi disamping untuk memenuhi kebutuhan kesehatan, diperlukan pula untuk membantu mendapatkan kenyamanan termal.

3.5.4 Ventilasi Gaya Angin dan Gaya Termal

Ventilasi dapat terjadi karena adanya gaya angin yang disebut ventilasi gaya angin dan karena gaya termal yang disebut ventilasi gaya termal.

3.5.5 Ventilasi Gaya Angin Karena tekanan Udara

Ventilasi gaya angin terjadi karena adanya perbedaan tekanan udara pada sisi bangunan sebelah hilir dan sisi bangunan sebelah hulu dengan sisi bangunan sebelah hulu arah datangnya angin.

3.5.6 Ventilasi Gaya Termal

Ventilasi gaya termal terjadi karena perbedaan tekanan udara didalam dan di luar ruangan, karena perbedaan suhu udara. Besarnya laju aliran udara tergantung dari beda tinggi lubang udara ke luar terhadap lubang udara masuk. Beda suhu udara didalam dengan diluar bangunan dan luas lubang ventilasi.

3.5.7 Laju Aliran Udara

Untuk mengambil perolehan panas yang terjadi di luar ruangan diperlukan laju aliran udara dengan jumlah tertentu untuk menjaga supaya suhu udara didalam ruangan tidak bertambah melewati harga yang di inginkan. Jumlah laju aliran Udara V (M^3 detik) tersebut dapat dihitung dengan persamaan.

$$V = \frac{Q}{F_e(t_2 - t_1)}, \quad t_2 > t_1 = \text{Kenaikan suhu terhadap udara luar}$$

3.5.8 Ventilasi bangunan Gedung, yang dikondisikan

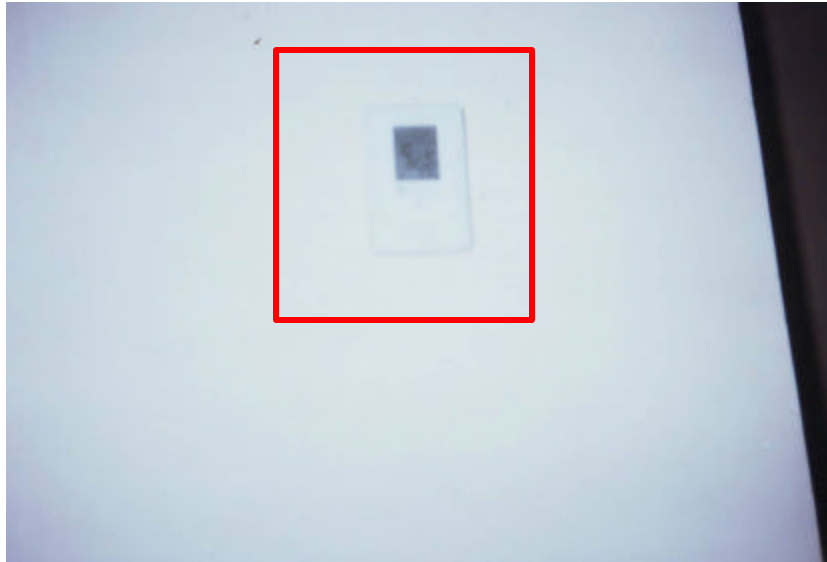
Setiap bangunan gedung yang tidak dikondisikan harus dilengkapi dengan:

1. Pencahayaan alami yang berupa jendela.
2. Ventilasi alami yang berupa jendela, kisi-kisi atau bukaan lainnya yang dapat dilalui udara.

3.5.9 Luas Lubang Cahaya

Persyaratan untuk luas lubang cahaya dapat dilihat pada SNI-03-396-1991 tentang tata cara perancangan penerangan alami siang hari untuk rumah dan gedung.

Lampiran 13. Gambar Kegiatan Pengukuran di Lokasi Penelitian



Gambar Pengukuran Temperatur Ruang Tamu



Gambar Pengukuran Temperatur Luar Ruang



Gambar Pengukuran Kecepatan Angin dalam Ruang



Gambar Pengukuran Kecepatan Angin di luar Ruang

Lampiran 14. Gambar Pemasangan Alat-Alat Ukur Penelitian (a,b,c,d).



(a)



(b)



(c)



(d)

Lampiran 15. Gambar Kegiatan Pengukuran di Lokasi Penelitian



Gambar Pengukuran Temperatur di luar Ruang



Gambar Pengukuran Pengukuran Kelembaban Relatif di luar Ruang



Gambar Pengukuran Kecepatan Angin di luar Ruang



Gambar Pengukuran Temperatur Udara di dalam Ruang



Gambar Pengukuran Kelembaban Relatif di dalam Ruang



Gambar Pengukuran Kecepatan Angin di dalam Ruang

Lampiran 16. Tampak Depan Rumah Lokasi Penelitian (a dan b)



(a)



(b)

