

**PENGARUH DESAIN FASAD RUMAH MODERN TERHADAP
KONDISI KENYAMANAN TERMAL DI DALAM RUANG
(Studi Kasus : Perumahan Kampoeng Harmoni, Ungaran)**

TESIS

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Persyaratan
Program Studi Magister Teknik Arsitektur

Oleh

PRAWITA DEWI

2102011400011



**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2012

HALAMAN PENGESAHAN TESIS

PENGARUH DESAIN FASAD RUMAH MODERN TERHADAP KONDISI KENYAMANAN TERMAL DI DALAM RUANG

(Studi Kasus: Perumahan Kampoeng Harmoni, Ungaran)

Tesis diajukan kepada

Program Studi Magister Teknik Arsitektur

Program Pascasarjana Universitas Diponegoro

Oleh:

PRAWITA DEWI

2102011400011

Diajukan pada Sidang Ujian Tesis

Tanggal 14 November 2012

Dinyatakan lulus

Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Magister Teknik

Semarang, November 2012

Pembimbing Pendamping

Pembimbing Utama

Ir. Eddy Indarto, MSi

Prof. Dr. Ir. Wahyu Setiabudi, MS

Mengetahui

Ketua Program Studi

Magister Teknik Arsitektur

Program Pascasarjana Universitas Diponegoro

Prof. Ir. Totok Roesmanto, M.Eng

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi. Sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali diakui secara tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka. Apabila dalam Tesis ini saya ternyata ditemui duplikasi, jiplakan (plagiat) dari Tesis orang lain/Institusi lain maka saya bersedia melepaskan gelar Magister Teknik dengan penuh rasa tanggung jawab.

Semarang, November 2012

PRAWITA DEWI
NIM 2102011400011

HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Tidak ada eksperimen yang bisa membuktikan aku benar,
namun sebaliknya sebuah eksperimen saja bisa membuktikan aku salah”*

Albert Einstein

*“Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali tampak mustahil,
kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya dengan baik”*

Evelyn Underhill

Tesis ini saya persembahkan untuk:

*Orang Tua, Suami, dan anak saya tercinta,
Sebagai sumber kekuatan dan semangat saya*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karuniaNya yang dilimpahkan kepada penulis dalam menyelesaikan tesis yang berjudul:

PENGARUH DESAIN FASAD RUMAH MODERN TERHADAP KONDISI KENYAMANAN TERMAL DI DALAM RUANG

(Studi Kasus : Perumahan Kampoeng Harmoni, Ungaran)

Tesis ini disusun sebagai persyaratan untuk memperoleh kelulusan pada program Sarjana S-2 Magister Teknik Arsitektur Universitas Diponegoro Semarang. terselesaikannya tesis ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari pihak-pihak terkait. Oleh karena itu, Penulis menyampaikan terimakasih banyak kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Wahyu Setiabudi, MS, selaku Mentor yang telah membimbing dan membagi ilmu selama proses penyusunan hingga terselesaikannya tesis ini.
2. Ir. Eddy Indarto, MSi, selaku Co Mentor yang telah membimbing dan membagi ilmu selama proses penyusunan hingga terselesaikannya tesis ini.
3. Dr. Ir. Eddy Prianto, CES, DEA, selaku dosen penguji sidang tesis.
4. Prof. Ir. Totok Roesmanto, M.Eng, selaku Ketua Program Pasca Sarjana Magister Teknik Arsitektur Universitas Diponegoro Semarang.

5. Dr. Ir. Edi Purwanto, MT, selaku Sekretaris Program Pasca Sarjana Magister Teknik Arsitektur Universitas Diponegoro Semarang.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen untuk ilmu yang diberikan selama kuliah di Program Pasca Sarjana Magister Teknik Arsitektur Universitas Diponegoro Semarang.
7. Segenap karyawan Program Pasca Sarjana Magister Teknik Arsitektur Universitas Diponegoro Semarang : Mbak Tutik, Mbak Etik, Mbak Endah, Mas Moko (terimakasih atas jasanya dalam mendukung kelancaran kegiatan perkuliahan).
8. Orang tua tercinta Bapak Wariyanto dan Ibu Tri Wiyati, Suami tercinta Ayah Bayu Sasongko dan anak tersayang Praba Jati Kusuma, terimakasih untuk kasih sayang, doa, dukungan dan semangatnya.
9. Terimakasih banyak untuk pihak-pihak lain yang telah membantu.

Penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi semua yang membacanya. Demi kesempurnaan tesis ini, Penulis mengharapkan masukan berupa saran, tanggapan dan kritik positif dari pembaca sekalian.

Semarang, November 2012

Penulis

Prawita Dewi
2102011400011

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRACT.....	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.4 Lingkup Penelitian.....	5
1.5 Sistematika Pembahasan.....	5

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori dan Konsep Arsitektur Modern.....	7
2.1.1 Ciri Arsitektur Modern.....	7
2.2 Teori dan Konsep Arsitektur Tropis Lembab.....	10
2.2.1 Ciri dan Karakteristik Iklim Tropis Lembab.....	10
2.2.2 Hal-hal yang berpengaruh dalam Perancangan Bangunan Tropis Lembab.....	10
2.2.3 Ciri Bangunan di daerah Tropis Lembab.....	12

2.3	Standar Kenyamanan Fisik Ruang Dalam.....	15
2.3.1	Faktor-Faktor Penentu Kenyamanan Fisik Ruang.....	17
2.4	Teori Perpindahan Panas.....	19
2.5	Hipotesis.....	21

BAB III RANCANGAN METODE PENELITIAN

3.1	Pendekatan yang digunakan.....	22
3.2	Variabel Penelitian.....	22
3.3	Lokasi Penelitian.....	23
3.4	Alat Penelitian.....	23
3.5	Pengumpulan Data dan Langkah Kerja.....	24
3.6	Kerangka Penelitian.....	32

BAB IV DESKRIPSI LOKASI PENELITIAN

4.1	Skala Kota.....	34
4.2	Skala Lingkungan.....	35
4.3	Objek Perbandingan.....	39

BAB V ANALISIS

5.1	Analisis Pembayangan.....	41
5.1.1	Penentuan Azimut dan tinggi matahari.....	41
5.1.2	Penentuan Sudut Bayangan Horizontal dan Vertikal.....	45
5.1.3	Kesimpulan Analisis Pembayangan.....	63
5.2	Analisis Temperatur permukaan.....	64
5.3	Analisis Temperatur Efektif dan Kenyamanan Termal....	86
5.4	Hasil Analisis Penelitian.....	113

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

6.1	Kesimpulan.....	129
6.2	Rekomendasi.....	130

DAFTAR PUSTAKA.....	132
---------------------	-----

LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Data Pengukuran Temperatur Permukaan

Lampiran 2 Tabel Data Pengukuran DBT, RH, WBT, TE

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1	: Kedudukan Matahari Terhadap Lokasi.....	43
Tabel 5.2	: Pembayangan Bagian Timur Laut.....	46
Tabel 5.3	: Pembayangan Bagian Barat Daya.....	49
Tabel 5.4	: Pembayangan Bagian Barat Daya.....	52
Tabel 5.5	: Pembayangan Bagian Timur Laut.....	55
Tabel 5.6	: Pembayangan Bagian Timur Laut.....	58
Tabel 5.7	: Pembayangan Bagian Timur Laut.....	60
Tabel 5.8	: TE di ketinggian 40cm, Rumah N-25.....	90
Tabel 5.9	: TE di ketinggian 160cm, Rumah N-25.....	90
Tabel 5.10	: TE di ketinggian 40cm, Rumah N-01.....	95
Tabel 5.11	: TE di ketinggian 160cm, Rumah N-01.....	95
Tabel 5.12	: TE di ketinggian 40cm, Rumah I-01.....	99
Tabel 5.13	: TE di ketinggian 160cm, Rumah I-01.....	99
Tabel 5.14	: TE di ketinggian 40cm, Rumah I-29.....	103
Tabel 5.15	: TE di ketinggian 160cm, Rumah I-29.....	103
Tabel 5.16	: TE di ketinggian 40cm, Rumah VH-20.....	107
Tabel 5.17	: TE di ketinggian 160cm, Rumah VH-20.....	107
Tabel 5.18	: TE di ketinggian 40cm, Rumah I-01, 9 Juni.....	111
Tabel 5.19	: TE di ketinggian 160cm, Rumah I-01, 9 Juni.....	111
Tabel 5.20	: Hasil penelitian rumah N-25 Orientasi Timur Laut.....	113
Tabel 5.21	: Hasil penelitian rumah N-01 Orientasi Barat Daya.....	115
Tabel 5.22	: Hasil penelitian rumah I-01 Orientasi Timur Laut.....	116

Tabel 5.23	: Hasil penelitian rumah I-29 Orientasi Barat Daya.....	117
Tabel 5.24	: Hasil penelitian rumah VH-20 Orientasi Timur Laut....	118
Tabel 5.25	: Hasil penelitian rumah I-01 Orientasi Timur Laut, tanggal 9 Juni.....	119
Tabel 5.26	: Kesimpulan hasil analisis pengaruh desain fasad Modern terhadap kenyamanan termal di dalam ruang..	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Diagram Psikometrik.....	16
Gambar 2.2 : Diagram Temperatur Efektif.....	16
Gambar 2.3 : Diagram Kenyamanan Menurut Olgay.....	18
Gambar 3.1 : Surface Thermometer.....	23
Gambar 3.2 : Thermohyrometer.....	23
Gambar 3.3 : Obyek penelitian perumahan Kampoeng Harmoni.....	25
Gambar 3.4 : Obyek penelitian pembanding.....	26
Gambar 3.5 : Titik ukur pada type 50.....	27
Gambar 3.6 : Titik ukur pada type 36.....	28
Gambar 3.7 : Titik ukur pada type 70.....	29
Gambar 3.8 : Solar chart.....	30
Gambar 3.9 : Pengukur sudut bayangan.....	30
Gambar 3.10: Diagram Psikometrik.....	31
Gambar 3.11: Diagram TE.....	31
Gambar 3.12: Skema langkah pokok penelitian.....	33
Gambar 4.1 : Peta Kabupaten Semarang.....	34
Gambar 4.2 : Peta orientasi perumahan Kampoeng Harmoni.....	35
Gambar 4.3 : Desain rumah tinggal di Kampoeng Harmoni.....	35
Gambar 4.4 : Master Plan Perumahan Kampoeng Harmoni.....	36
Gambar 4.5 : Gambar kerja type 36.....	37
Gambar 4.6 : Gambar kerja type 50.....	38
Gambar 4.7 : Gambar kerja type 50-new.....	39

Gambar 4.8 : Gambar type 70-Villa Hijau.....	40
Gambar 5.1 : Gambar posisi azimuth dan altitude tanggal 3 April.....	42
Gambar 5.2 : Gambar posisi azimuth dan altitude tanggal 9 Juni.....	43
Gambar 5.3 : Gambar perbandingan pembayangan rumah No.I-01..	44
Gambar 5.4 : Gambar pembayangan rumah No.I-01, 3 April.....	45
Gambar 5.5 : Gambar pembayangan rumah No.I-01, 3 April.....	47
Gambar 5.6 : Gambar pembayangan rumah No.I-29, 3 April.....	48
Gambar 5.7 : Gambar pembayangan rumah No.I-29, 3 April.....	50
Gambar 5.8 : Gambar pembayangan rumah No.N-01, 3 April.....	51
Gambar 5.9 : Gambar pembayangan rumah No.N-01, 3 April.....	53
Gambar 5.10: Gambar pembayangan rumah No.N-25, 3 April.....	54
Gambar 5.11: Gambar pembayangan rumah No.N-25, 3 April.....	56
Gambar 5.12: Gambar pembayangan rumah No.VH-20, 3 April.....	57
Gambar 5.13: Gambar pembayangan rumah No.VH-20, 3 April.....	59
Gambar 5.14: Gambar pembayangan tanggal 9 Juni.....	60
Gambar 5.15: Gambar pembayangan rumah No.I-01, 9 Juni.....	62
Gambar 5.16: Gambar penentuan titik ukur rumah no. N-25.....	65
Gambar 5.17: Temperatur permukaan ruang tamu rumah no. N-25...	65
Gambar 5.18: Temperatur permukaan kamar depan rumah N-25.....	65
Gambar 5.19: Temperatur permukaan kamar belakang rumah N-25..	66
Gambar 5.20: Temperatur permukaan samping rumah no. N-25.....	67
Gambar 5.21: Gambar penentuan titik ukur rumah no. N-01.....	69
Gambar 5.22: Temperatur permukaan ruang tamu rumah N-01.....	69
Gambar 5.23: Temperatur permukaan kamar depan rumah N-01.....	70
Gambar 5.24: Temperatur permukaan kamar belakang rumah N-01..	70
Gambar 5.25: Temperatur permukaan samping rumah N-01.....	71
Gambar 5.26: Gambar penentuan titik ukur rumah no. I-01.....	73

Gambar 5.27: Temperatur permukaan ruang tamu rumah I-01.....	73
Gambar 5.28: Temperatur permukaan kamar depan rumah I-01.....	74
Gambar 5.29: Temperatur permukaan kamar belakang rumah I-01..	74
Gambar 5.30: Gambar penentuan titik ukur rumah no. I-29.....	76
Gambar 5.31: Temperatur permukaan ruang tamu rumah I-29.....	76
Gambar 5.32: Temperatur permukaan kamar depan rumah I-29.....	77
Gambar 5.33: Temperatur permukaan kamar belakang rumah I-29..	77
Gambar 5.34: Gambar penentuan titik ukur rumah no. VH-20.....	79
Gambar 5.35: Temperatur permukaan ruang tamu rumah VH-20.....	79
Gambar 5.36: Temperatur permukaan kamar depan rumah VH-20....	80
Gambar 5.37: Temperatur permukaan kamar belakang rumah VH-20	80
Gambar 5.38: Temperatur permukaan samping rumah VH-20.....	81
Gambar 5.39: Gambar penentuan titik ukur rumah no. I-01.....	83
Gambar 5.40: Temperatur permukaan ruang tamu rumah I-01.....	83
Gambar 5.41: Temperatur permukaan kamar depan rumah I-01.....	84
Gambar 5.42: Temperatur permukaan kamar belakang rumah I-01..	85
Gambar 5.43: Temperatur efektif rumah no.N-25, 3 April.....	89
Gambar 5.44: Temperatur efektif rumah no.N-01, 3 April.....	94
Gambar 5.45: Temperatur efektif rumah no.I-01, 3 April.....	98
Gambar 5.46: Temperatur efektif rumah no.I-29, 3 April.....	102
Gambar 5.47: Temperatur efektif rumah no.VH-20, 3 April.....	106
Gambar 5.48: Temperatur efektif rumah no.I-01, 9 Juni.....	110

ABSTRAK

Tesis ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh desain fasad rumah modern terhadap kenyamanan termal di dalam ruang. Desain Rumah modern merupakan desain yang banyak digemari oleh masyarakat, karena cenderung sejalan dengan gaya hidup masyarakat urban yang kompetitif, lugas dan instan. Namun perlu diingat bahwa iklim di Indonesia adalah tropis lembab, berbeda dengan iklim di Eropa (sub-tropis) yang merupakan negara tempat style modern ini muncul.

Menurut Soegijanto (1998), ada beberapa hal yang berpengaruh dalam perancangan bangunan pada iklim tropis lembab, yaitu kenyamanan termal, aliran udara melalui bangunan, radiasi panas dan penerangan alami pada siang hari. Faktor-faktor penentu kenyamanan dalam ruang tertutup (Lippsmeier, 1994) ditentukan oleh temperatur udara, kelembaban udara, temperatur radiasi rata-rata dari atap dan dinding, kecepatan gerakan udara, tingkat pencahayaan dan distribusi cahaya pada dinding pandangan. Seperti yang dikemukakan oleh Koenigsberger et.al (1973), bangunan yang berada pada daerah iklim tropis lembab dituntut untuk memasukkan udara dan cahaya sebanyak-banyaknya ke dalam ruang sebagai upaya dalam mengatasi kelembaban, bangunan harus dapat mengantisipasi hal-hal negatif yang berkaitan dengan masalah fisika bangunan, seperti masalah termal, tempias air hujan, silau dan sebagainya, serta harus mampu menahan panas, melepas panas dan memanfaatkan angin secara optimal.

Penelitian ini menggunakan metode yang didasarkan pada paradigma kuantitatif. Variabel yang ada dalam penelitian ini yaitu, “desain fasad rumah modern” sebagai variabel bebas karena merupakan variabel yang mempengaruhi penciptaan suhu ruangan dan “kondisi kenyamanan termal di dalam ruang” sebagai variabel tergantung, yang terdiri dari temperatur permukaan, kelembaban, temperatur kering, serta temperatur efektif. Lokasi penelitian di Perumahan kampoeng Harmoni, Ungaran yang menerapkan desain fasad modern untuk rumah tinggal. Pengukuran dilakukan dengan alat ukur pada 5 objek dalam waktu bersamaan untuk memperoleh data-data kuantitatif kemudian dijabarkan dalam bentuk grafik yang akan diperbandingkan menggunakan metode kualitatif.

Dari hasil analisis diketahui bahwa nilai temperatur efektif sebagai acuan dalam menentukan kondisi kenyamanan termal di dalam ruang menunjukkan kecenderungan lebih tinggi di dalam ruang karena panas terperangkap di dalam. Selain itu desain fasad modern yang minim overhang membuat permukaan fasad kurang terlindung dari pancaran sinar radiasi matahari secara langsung.

ABSTRACT

This thesis aims to investigate the influence of modern house facade design for thermal comfort in the room. Modern Home Design is a design favored by the public, as it tends to in line with the urban lifestyle competitive, simple and instant. But keep in mind that the climate in Indonesia is tropical humid, in contrast to the climate in Europe (sub-tropical) which is a modern country style appeared.

According Soegijanto (1998), there are several things that affect the design of buildings in humid tropical climates, the thermal comfort, air flow through the building, radiant heat and natural lighting during the day. Determinants of comfort in an enclosed space (Lippsmeier, 1994) is determined by the air temperature, air humidity, temperature average radiation from the roof and walls, the speed of air movement, lighting levels and distribution of light on the wall view. As stated by Koenigsberger et.al (1973), which is building the humid tropical climate is required to enter the air and light as much as possible into the space as an attempt to cope with the humidity, the building must be able to anticipate the negative things associated with building physics problems, such as thermal problems, splashed rain water, glare, etc., and must be able to withstand heat, hot melapas opimal and utilize the wind.

This study uses a method based on the quantitative paradigm. The variables in this study, namely, "a modern house facade design" as an independent variable because merupakan variables that affect the creation and room temperature "thermal comfort conditions in the room" as the dependent variable, consisting of surface temperatures, humidity, temperature, dry, and temperatu effective. Housing research location kampoeng Harmony, Ungaran applying modern facade design for residences. Measurements were performed with a gauge at 5 objects at the same time to obtain quantitative data then elaborated in the form of graphs to be compared using qualitative methods.

From the analysis it is known that the value of the effective temperature as a reference in determining the thermal comfort conditions in the room showed a higher tendency in the room because of the heat trapped inside. Besides modern facade design is minimal overhang makes the surface less facade beam radiation shielded from direct sunlight.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Ungaran merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Semarang yang berada di posisi strategis, yaitu berada di jalur utama yang menghubungkan antara Kota Semarang dan Solo-Jogjakarta. Letaknya yang berbatasan langsung dengan Kota Semarang, menjadi pilihan tempat tinggal bagi warga yang bekerja di Kota Semarang dan Kabupaten Semarang. Secara geografis, kota Ungaran berada di 7°30'LS dan 110°14'54,75" - 110°39'3" BT yang berada di daerah beriklim tropis lembab. Rumah di daerah tropis lembab harus dapat mengantisipasi pengaruh iklim dengan curah hujan dan kelembaban tinggi, serta besarnya pengaruh radiasi sinar matahari.

Rumah difungsikan sebagai tempat perlindungan fisik dari hujan dan matahari, terhadap keganasan alam dan pengamanan diri dari binatang buas, musuh dan sebagainya (Mangunwijaya, 1988). Oleh karena itu diperlukan suatu desain bangunan yang mampu mengantisipasi pengaruh lingkungan yang menimbulkan kondisi kurang nyaman. Salah satu elemen bangunan yang diharapkan dapat mengantisipasi faktor lingkungan yang mengganggu kenyamanan adalah fasad bangunan.

Salah satu desain fasad yang menjadi trend di masyarakat adalah arsitektur modern, menilai keindahan dalam arsitektur timbul semata-mata oleh adanya fungsi dari elemen-elemen bangunan, oleh karena itu disebut aliran Fungsionalisme dan juga disebut Rasionalisme karena mendasarkan rasio atau pemikiran yang logis. Secara spasial ruang-ruang spesifik disusun sedemikian rupa agar memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi dan kemudahan fungsinya. Bentuk-bentuk geometris elementer yang hampir tanpa ornamen merupakan karakter utama yang mendominasi permukaan dan massa bangunan. Prinsipnya semakin sederhana, maka kualitas sebuah desain, fungsi ruang yang ada, dan penyelesaian sistem struktur akan semakin lebih baik atau *Less is more* seperti yang dikemukakan oleh Mies van der Rohe. Garis-garis lurus, bidang-bidang datar yang mulus, terkadang kasar, dan pertemuan bidang yang serba siku tegak lurus. *Blocking massa*, material, pencahayaan, pengulangan, sirkulasi ringkas, optimalisasi multifungsi ruang dan berurut.

Desain fasad rumah modern memang cenderung sejalan dengan gaya hidup masyarakat urban yang kompetitif, lugas dan instan, tetapi perlu diingat bahwa iklim di Indonesia adalah tropis lembab, berbeda dengan iklim di Eropa (sub-tropis) yang merupakan negara tempat teori ini muncul. Ada beberapa hal berpengaruh dalam perancangan bangunan pada iklim tropis lembab (Soegijanto, 1998), yaitu: Kenyamanan termal; Aliran udara melalui bangunan; Radiasi Panas; dan Penerangan alami pada siang hari.

Perumahan Kampoeng harmoni, merupakan salah satu perumahan di Ungaran yang menerapkan Arsitektur modern pada desain fasad rumah. Untuk mewujudkan bentuk yang modern, atap dibuat tampak datar dengan meninggikan dinding fasad, dan ada overhang yang menaungi jendela/bukaan berbentuk datar untuk tetap menonjolkan kesan geometris.

Desain fasad sebuah rumah seharusnya tidak boleh hanya untuk menampilkan segi artistik saja, tetapi juga harus menciptakan kondisi kenyamanan fisik dalam bangunan. Salah satunya adalah memenuhi kondisi kenyamanan termal yang dipengaruhi oleh radiasi panas, temperatur, kelembaban dan gerakan udara/angin. Untuk itu perlu diadakan sebuah penelitian tentang pengaruh desain fasad dalam menciptakan kenyamanan termal di dalam ruang.

1.2 Perumusan Masalah

Desain fasad merupakan wujud estetika sebuah bangunan yang sekaligus berperan besar dalam menciptakan kondisi kenyamanan termal dalam ruang sebuah rumah tinggal. Sehingga pemakaian desain fasad modern juga harus memperhatikan kondisi iklim setempat (tropis lembab) agar dapat memenuhi fungsi rumah sebagai tempat berlindung yang nyaman. Fenomena yang menarik untuk diteliti adalah desain fasad di perumahan Kampoeng harmoni, Ungaran yang menerapkan prinsip

Arsitektur modern di daerah beriklim tropis lembab. Oleh karena itu muncul pertanyaan penelitian :

“BAGAIMANA PENGARUH DESAIN FASAD RUMAH MODERN TERHADAP KONDISI KENYAMANAN TERMAL DI DALAM RUANG?”

Apakah elemen pada fasad modern sudah cukup optimal menciptakan kondisi kenyamanan termal di dalam ruang.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh desain fasad rumah modern terhadap kondisi kenyamanan termal di dalam ruang, serta mengetahui kemampuan elemen fasad rumah modern dalam menciptakan kenyamanan termal, sehingga kondisi ruang di dalamnya cukup nyaman sebagai wadah beraktivitas.

Manfaat penelitian adalah bagi ilmu pengetahuan, perancangan arsitektur khususnya, penelitian ini dapat menjadi masukan dalam merancang sebuah desain fasad, selain menampilkan segi artistik/keindahan, juga harus mempertimbangkan kondisi iklim setempat, terutama yang berkaitan dengan kenyamanan termal, supaya ruang yang ada di dalam bangunan tersebut menjadi nyaman sebagai wadah untuk beraktivitas, sehingga dapat mereduksi penggunaan AC yang merupakan salah satu penyebab pemanasan global.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian secara spasial adalah di Perumahan Kampoeng Harmoni, Ungaran yang merupakan salah satu perumahan yang dikelola oleh developer yang menerapkan desain fasad rumah modern.

Sedangkan secara substansial yang akan diamati adalah desain fasad rumah modern, berupa elemen-elemen pembentuk fasad bangunan, sehingga mengetahui bagaimana pengaruhnya terhadap kondisi kenyamanan termal di dalam ruang.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan terdiri dari enam bab yang saling berhubungan erat dan merupakan rangkaian dari kerangka pemikiran. Penulisan laporan penelitian disusun dalam sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, lingkup penelitian, sistematika pembahasan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Merupakan landasan teori, terutama mengenai kenyamanan termal di dalam ruang pada daerah beriklim tropis lembab, serta desain modern pada rumah tinggal, diakhiri dengan hipotesa penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Menjelaskan tentang metodologi penelitian yang digunakan, meliputi: metode penelitian, teknik observasi, variabel penelitian, alat penelitian, cara pengumpulan data, langkah penelitian, serta metode analisis.

BAB IV DESKRIPSI LOKASI PENELITIAN

Berisi gambaran lokasi penelitian, yaitu perumahan Kampoeng harmonidungaran, serta objek rumah yang diteliti.

BAB V ANALISIS

Berisi analisa dan pembahasan hasil penelitian yang telah diolah untuk membuktikan hipotesa.

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Merupakan bagian akhir dari tesis, berisi kesimpulan hasil penelitian, serta rekomendasi yang diberikan kepada obyek penelitian, terhadap penelitian selanjutnya, serta saran terhadap bidang perencanaan dan perancangan bangunan secara umum.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori dan Konsep Arsitektur Modern

2.1.1 Ciri Arsitektur Modern

Menurut Sumalyo (1997), Arsitektur adalah hasil dari interaksi antara kebudayaan manusia dan alam, dalam hal ini termasuk letak, iklim, topografi dan faktor lingkungan lainnya. Arsitektur modern, suatu langgam arsitektur yang muncul setelah perang dunia II, pada akhir abad XIX dan awal abad XX. Pada masa itu terjadi revolusi industri yang ditandai dengan adanya penemuan bahan-bahan seperti besi, baja, kaca dan beton, sehingga bangunan dapat dibuat secara massal, cepat dan efisien.

Dalam pandangan arsitektur modern (1910-1940-an), keindahan dalam arsitektur timbul semata-mata oleh adanya fungsi dari elemen-elemen bangunan, oleh karena itu disebut aliran Fungsionalisme dan juga disebut Rasionalisme karena mendasarkan rasio atau pemikiran yang logis. Secara spatial ruang-ruang spesifik disusun sedemikian rupa agar memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi dan kemudahan fungsinya.

Menurut Banham (1962), para tokoh pengikut aliran modern menginginkan bentuk yang sederhana karena pada aliran klasik terlalu banyak ornamen yang kurang bermanfaat. Sehingga muncul istilah

Ornament and Crime oleh Adolf Loos pada tahun 1908, menyatakan bahwa penggunaan ornamen tidak cocok untuk masa itu (Abad ke-20), penggunaan ornamen merupakan kejahatan, sehingga memandang tabu untuk membuat hiasan, dekor, bagian-bagian bangunan maupun bentuk bangunan yang tidak ada fungsinya. Bangunan terbentuk oleh bagian-bagiannya apakah dinding, jendela, pintu, atap dan lain-lain tersusun dalam komposisi dari unsur-unsur yang semuanya mempunyai fungsi. Diwujudkan dalam bentuk bangunan yang “bersih” murni tanpa hiasan, sederhana berupa komposisi bidang, kotak, balok dan kubus.

Arsitektur modern mempunyai pandangan bahwa arsitektur adalah ‘olah pikir’ dan bukan ‘olah rasa’ dan ‘permainan ruang’ dan bukan ‘bentuk’. Selain itu untuk mewujudkan kecepatan dalam membangun maka dilakukan dengan produksi massal bahan bangunan sehingga mengakibatkan arsitektur modern dapat menembus batas budaya dan geografis, dan arsitektur menjadi suatu gaya internasional (*Internasional Style*) yang menganut *Form Follows Function* (bentuk mengikuti fungsi), dengan tema *functionalism* (fungsional), *clarity* (kejelasan) dan *simplicity* (kesederhanaan).

Bentukan garis lurus, bidang datar dan pertemuan bidang serba siku tegak lurus, *platonik solid* yang serba kotak, tak berdekorasi, konstruksi volumetrik dan gubahan massa, kejujuran material, olahan cahaya dan udara, perulangan modul, sirkulasi ringkas, ruang multifungsi dan berurut, serta kejelasan sistem struktur merupakan ciri arsitektur

modern. Bentuk-bentuk geometris elementer yang hampir tanpa ornamen merupakan karakter utama yang mendominasi permukaan dan massa bangunan. Prinsipnya semakin sederhana, maka kualitas sebuah desain, fungsi ruang yang ada, dan penyelesaian sistem struktur akan semakin lebih baik. Minimum adalah tujuan sekaligus nilai dari estetika itu sendiri.

Dapat disimpulkan bahwa Arsitektur modern memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- **Satu gaya Internasional atau tanpa gaya (seragam)**

Merupakan suatu arsitektur yang dapat menembus budaya dan geografis.

- **Bentuk tertentu, fungsional (Bentuk mengikuti fungsi)**

- ***Less is more***

Semakin sederhana merupakan suatu nilai tambah terhadap arsitektur tersebut.

- ***Ornamen is crime***

Penambahan ornamen dianggap suatu hal yang tidak efisien. Karena dianggap tidak memiliki fungsi, hal ini disebabkan karena dibutuhkan kecepatan dalam membangun setelah berakhirnya perang dunia II.

- ***Singular (tunggal)***

Arsitektur modern tidak memiliki suatu ciri individu dari arsitek, sehingga tidak dapat dibedakan antara arsitek yang satu dengan yang lainnya (seragam).

2.2 Teori dan Konsep Arsitektur Tropis Lembab

2.2.1 Ciri dan Karakteristik iklim Tropis Lembab

Menurut Lippsmeier (1994), daerah tropis lembab berada di sekitar katulistiwa sampai sekitar 15° utara dan selatan, Indonesia termasuk di dalamnya. Perbedaan antarmusimnya hampir tidak ada, kecuali periode sedikit hujan dan banyak hujan yang disertai angin keras. Memiliki temperatur udara rata-rata pada siang hari antara 27°C - 32°C dan malam hari berkisar antara 21°C - 27°C. Kelembaban udara relatif tinggi antara 55% - 100% dengan tekanan udara 2500 – 3000 N/m². Curah hujan relatif tinggi sepanjang tahun, bahkan bisa mencapai 2000 – 5000 mm atau 500 mm saat musim penghujan dengan kapasitas 100 mm/jam. Radiasi matahari global horizontal rata-rata harian sekitar 400 watt/m² dan tidak banyak berbeda sepanjang tahun. Kondisi langit cenderung berawan dan berkabut sepanjang tahun, terang bila awan sedikit dan matahari tidak tertutup, abu-abu suram bila awan tebal, lapisan awan 60 – 90 % dengan tingkat kecerahan langit 7000 cd/m². Angin bertiup relatif tidak kencang, tetapi pada musim penghujan agak lebih kencang, sekitar 30 m/detik.

2.2.2 Hal-hal yang berpengaruh dalam Perancangan Bangunan Tropis Lembab

Menurut Lippsmeier (1994), dalam merancang sebuah bangunan diperlukan penelitian mengenai persyaratan iklim untuk setiap bangunan

secara terperinci, meliputi informasi mengenai radiasi matahari, temperatur, kelembaban udara, presipitasi, arah dan gaya angin, awan. Informasi tersebut bukan hanya nilai rata-rata tetapi juga nilai ekstrimnya. Ciri iklim tropis lembab antara lain presipitasi dan kelembaban tinggi dengan temperatur yang hampir selalu tinggi, angin sedikit, radiasi matahari sedang sampai kuat, pertukaran panas kecil karena tingginya kelembaban, sehingga perlu perlindungan terhadap radiasi matahari, hujan, serangga, serta perlindungan terhadap angin keras untuk daerah sekitar laut. Hal-hal penting yang perlu diperhatikan dalam desain sebuah bangunan yaitu:

1. Bangunan sebaiknya terbuka dengan jarak yang cukup antara masing-masing bangunan, untuk sirkulasi udara yang baik.
2. Orientasi utara-selatan, untuk mencegah pemanasan fasad yang lebih lebar.
3. Lebar bangunan untuk mendapatkan ventilasi silang.
4. Persiapan penyaluran air hujan dari atap dan halaman.
5. Bangunan ringan dengan daya serap panas yang rendah.

Menurut Rapoport (1969), iklim merupakan suatu aspek kekuatan penting yang turut menciptakan bentuk dan memiliki pengaruh besar terhadap bentuk-bentuk yang ingin diciptakan oleh manusia, sehingga tercipta suatu bentuk yang sesuai dengan kondisi setempat.

Ada beberapa hal berpengaruh dalam perancangan bangunan pada iklim tropis lembab (Soegijanto,1998), yaitu :

1. Kenyamanan termal,
2. Aliran udara melalui bangunan,
3. Radiasi Panas,
4. Penerangan alami pada siang hari.

Menurut Mather (1974), di daerah iklim tropis lembab, bangunan sangat membutuhkan naungan untuk mengantisipasi radiasi (panas), terutama di bagian timur dan barat, sehingga dibutuhkan pembayangan yang optimal. Perlindungan yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi masalah tersebut dapat menggunakan beberapa cara, diantaranya dengan menerapkan prinsip pembayangan dan filterisasi atau penyaringan cahaya. Cara pematahan sinar matahari dengan dengan sistem pembayangan dipengaruhi oleh garis edar matahari, kondisi lingkungan setempat, bentuk bangunan dan fungsi bangunan.

2.2.3 Ciri bangunan di daerah Tropis Lembab

Faktor yang cukup berpengaruh pada bangunan adalah iklim. Akibat pengaruh klimatologis, maka bentuk bangunan menyesuaikan kondisi iklim dengan prinsip dasar bangunan daerah tropis lembab. Seperti yang dikemukakan oleh Koenigsberger et.al (1973), bangunan yang berada pada daerah beriklim tropis lembab dituntut untuk

memasukkan udara dan cahaya sebanyak-banyaknya ke dalam ruang sebagai upaya dalam mengatasi kelembaban.

Bangunan harus dapat mengantisipasi hal-hal negatif yang berkaitan dengan masalah fisika bangunan, seperti masalah termal, tempas air hujan, silau dan sebagainya. Bahan bangunan di daerah tropis lembab harus tidak menyerap air (*waterproofing*), tahan terhadap korosi, mempunyai *time lag* perpindahan panas yang kecil, serta bisa mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh kelembaban tinggi dan mengoptimalkan pencahayaan alami tetapi dengan menangkal radiasi sinar matahari masuk ke dalam bangunan.

Prinsip bentuk dan konstruksi atap harus mampu menahan panas secara optimal, dapat melepaskan panas secara optimal dan memanfaatkan angin secara optimal. Bentuk bangunan tropis lembab pada umumnya memiliki bentuk atap yang menjulang tinggi dengan sudut kemiringan 30°-60°, hal ini untuk mengantisipasi curah hujan, agar air hujan cepat turun. Kemiringan bentuk atap, diimbangi dengan tritisan, bukaan-bukaan jendela maupun ventilasi yang memungkinkan terjadinya cross ventilation supaya diperoleh kenyamanan penghawaan di dalam ruang. Bangunan tradisional di Indonesia pada umumnya telah mengantisipasi faktor klimatologis tropis lembab, yaitu dengan adanya tritisan, bukaan dinding dan biasanya menggunakan material setempat.

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam mengantisipasi kondisi iklim di daerah tropis lembab antara lain (Kukreja, 1978):

1. Posisi dan orientasi bangunan. Orientasi utara-selatan lebih baik daripada timur-barat karena lebih sedikit menerima radiasi matahari. Adanya banyak vegetasi juga membantu dalam pembayangan.
2. Desain perencanaan rumah. Kelembaban yang tinggi di daerah tropis bisa diatasi dengan ventilasi silang dan jarak antar bangunan yang tidak terlalu rapat.
3. Bentuk atap harus bisa mengantisipasi panas yang cukup tinggi di daerah tropis lembab. Ventilasi pada atap dan tritisan yang lebar akan membantu mengurangi radiasi panas terhadap bangunan.
4. Dinding bangunan cenderung tahan terhadap kelembaban yang tinggi, serta tidak mudah ditumbuhi jamur.
5. Bukaannya atau jendela harus terlindung dari radiasi matahari (panas) dan silau.
6. Ruang dalam (interior) harus terlindungi dan memiliki pertukaran udara yang baik. Lantainya tahan terhadap kelembaban yang tinggi. Warna cenderung ke arah pastel dapat membantu mengurangi silau di dalam dan luar ruang.

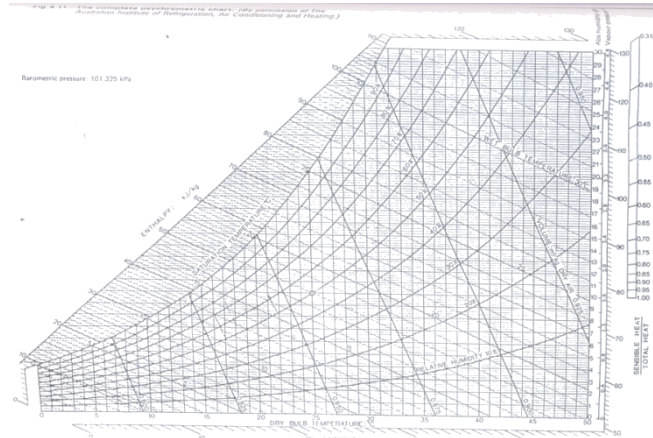
2.3 Standar Kenyamanan Fisik Ruang Dalam

Suhu tubuh manusia berkisar antara 35°C-40°C dengan suhu normal 37°C, untuk membuatnya nyaman diperlukan suhu udara di bawah suhu tersebut. Suhu udara yang biasa dinyatakan sebagai temperatur kering (DBT) merupakan faktor penting untuk menciptakan kenyamanan dan dipengaruhi oleh kelembaban rata-rata (RH), pergerakan udara/angin dan radiasi (Szokolay, 1980). Sebuah keadaan dikatakan nyaman jika 95% dari suatu kelompok manusia merasa nyaman pada suhu tertentu, yang selanjutnya didefinisikan sebagai suhu nyaman atau bisa disebut dengan istilah temperatur efektif (TE).

Menurut Soegijanto, 1998, zona kenyamanan untuk daerah katulistiwa adalah 22.8°C (TE) untuk batas bawah kondisi termal *nyaman-optimal* sesuai dengan hasil penelitian Mom & Wiesebron untuk pribumi Indonesia dengan pakaian harian. Sedangkan untuk batas atas diambil 26°C (TE), berdasarkan hasil penelitian Mom & Wiesebron 25.8°C (TE) dan menurut Webb 26.2°C (TE). Temperatur efektif antara 26°C sampai 27.1°C (TE) disebut *hangat-nyaman*, kemudian antara 20.5°C sampai 22.8°C (TE) disebut *sejuk-nyaman*. Untuk suhu di atas 27.1°C (TE) disebut panas. Untuk mengukur besarnya TE digunakan Diagram TE dari Koenigsberger (1975), langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

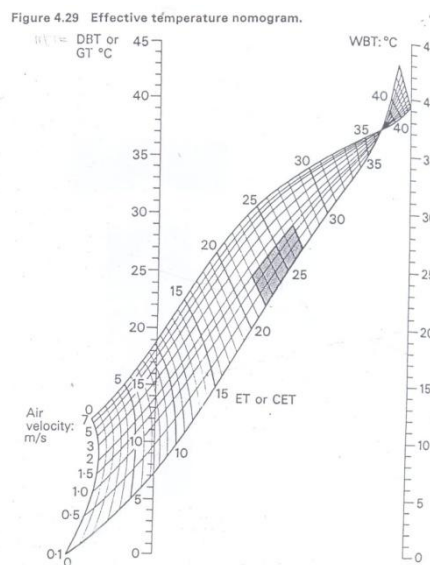
1. Ukur temperatur kering (DBT)
2. Ukur kelembaban udara relatif (RH)

3. Dari DBT dan RH dapat diketahui temperatur lembab (WBT) dengan menggunakan diagram psikometrik.



Gambar 2.1. Diagram Psikometrik
Sumber: Szokolay, 1980

4. Buat titik sesuai besarnya nilai DBT (sebelah kiri) dan WBT (sebelah kanan), kemudian hubungkan kedua titik tersebut dengan sebuah garis.
5. Baca hasil persinggungan pada kurva sebagai nilai TE.



Gambar 2.2. Diagram Temperatur Efektif
Sumber: Szokolay, 1980

2.3.1 Faktor-faktor penentu Kenyamanan Fisik Ruang

Menurut Lippmeier (1994), tujuan dalam setiap perencanaan bangunan adalah untuk menciptakan kenyamanan maksimum bagi manusia, tetapi sayangnya tidak ada tolok ukur yang obyektif untuk kenyamanan. Kenyamanan dapat dipisahkan menjadi dua, yaitu: Kenyamanan psikologi (*Psychological comfort*) yang berarti kenyamanan termal dapat dirasakan dari kondisi psikologi; dan kenyamanan fisiologi (*Physiological comfort*) yaitu kondisi thermal pada umumnya saat seseorang tidak dengan sadar merasakan kondisi iklim lingkungannya.

Faktor-faktor penentu kenyamanan dalam ruang tertutup adalah temperatur udara, kelembaban udara, temperatur radiasi rata-rata dari atap dan dinding, kecepatan gerakan udara, tingkat pencahayaan dan distribusi cahaya pada dinding pandangan. Sedangkan faktor penentu kenyamanan manusia pada umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: faktor fisiologi (makanan, ras, bangsa, usia, jenis kelamin, kondisi tubuh, situasi lingkungan), faktor perantara (pakaian, aktivitas, penyesuaian, musim, jumlah penghuni dan psiko faktor), faktor fisik (temperatur ruang, temperatur dinding, kelembaban, gerakan udara, komposisi udara, listrik udara, pengaruh akustik dan pengaruh mata).

Elemen iklim yang berpengaruh terhadap kenyamanan termal (Lippmeier, 1994) antara lain: radiasi matahari, temperatur udara,

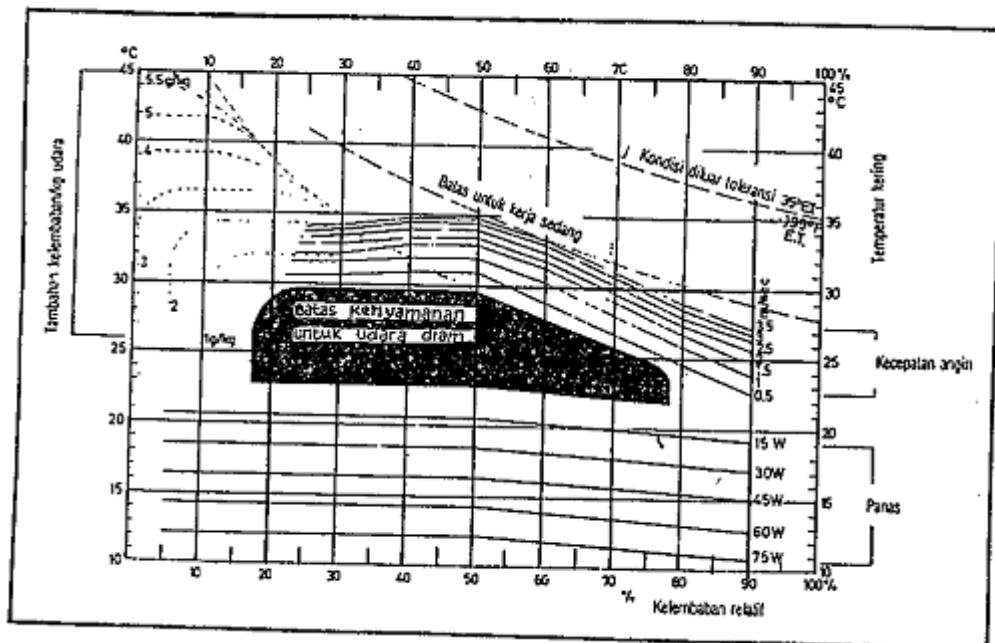
kelembaban dan hujan, pergerakan udara. Elemen tersebut akan diuraikan sebagai berikut:

a. Radiasi matahari

Pengaruh radiasi matahari ditentukan oleh durasi penyinaran matahari, intensitas matahari dan sudut jatuh matahari.

b. Temperatur udara

Untuk mengukur kenyamanan termal dapat digunakan diagram Olgyay. Area yang diarsir hitam menunjukkan batas kenyamanan termal yang bisa diterima dalam kondisi udara diam. Jika suatu titik berada di bawah zona nyaman tersebut, maka perlu ditambah pemanasan. Sebaliknya, jika suatu titik berada di atas zona nyaman maka perlu ditambah kecepatan angin untuk mengurangi kelembaban.



Gambar 2.3. Diagram Kenyaman Menurut Olgyay

Sumber: Lipssmeier, 1994

c. Kelembaban dan hujan

Kelembaban relatif menunjukkan perbandingan antara tekanan uap air yang ada terhadap tekanan uap air maksimum yang mungkin dalam kondisi temperatur udara tertentu dalam prosen. Semakin tinggi temperatur, semakin tinggi pula kemampuan udara menyerap air. Udara yang telah jenuh tak mungkin lagi dapat menyerap air karena tekanan uap air telah mencapai maksimum. Kelembaban udara yang nyaman berkisar antara 40-70% (Mangunwijaya, 1994)

d. Pergerakan udara

Di daerah tropis lembab, bukaan dinding yang luas lebih dibutuhkan untuk sirkulasi udara daripada untuk pencahayaan.

Jenis material yang dipakai untuk dinding (fasad) sangat penting dalam mempengaruhi kondisi fisik dalam ruang, beberapa material ada yang memiliki kemampuan untuk menyerap ataupun menangkal radiasi matahari, tergantung dari karakteristik atau sifatnya. Penggunaan kaca lebar sebagai jendela, pintu, bidang dinding, ataupun atap harus memperhatikan kemampuan kaca tersebut dalam penyerapan sinar (Mather, 1974).

2.4 Teori Perpindahan Panas

Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat berpindah. Perpindahan panas berlangsung dari temperatur tinggi ke temperatur rendah dapat melalui 3 cara (Szokolay, 1980), yaitu:

1. Konduksi

Perpindahan panas melalui suatu medium antara disebut konduksi.

Arus perpindahan panas secara konduksi tergantung pada luas medium yang dilalui, tebal antara, perbedaan temperatur dan konduktivitas medium.

2. Konveksi

Konveksi merupakan perpindahan panas melalui suatu zat/media alir, seperti udara atau fluida cair.

3. Radiasi

Radiasi merupakan suatu penyebaran energi sebagai gelombang elektromagnetik (seperti gelombang cahaya, gelombang radio, atau sinar X) tanpa kehadiran penghantar . Karena merupakan suatu gelombang elektromagnetik, energi tersebut bergerak dalam bentuk garis lurus dengan kecepatan cahaya.

Menurut Szokolay (1980), perpindahan panas ke dalam bangunan dapat dikategorikan menjadi 4 komponen, yaitu:

1. Konduksi panas melalui dinding solid – Q_c

a. Dinding terbayangi, $Q_c = A \times U (t_o - t_i)$

b. Dinding tidak terbayangi, $Q_s = A \times U (t_s - t_i)$, dengan $t_s = t_o + \frac{G\alpha}{f}$

2. Konduksi panas melalui kaca (terbayangi), $Q_c = A \times U (t_o - t_i)$

3. Radiasi matahari melalui kaca (Tidak terbayangi), $Q_s = A \times G \times \epsilon$

2.5 Hipotesis

Dari hasil tinjauan pustaka, yang perlu menjadi catatan penting adalah faktor-faktor penentu kenyamanan dalam ruang tertutup (Lippsmeier, 1994) ditentukan oleh temperatur udara, kelembaban udara, temperatur radiasi rata-rata dari atap dan dinding, kecepatan gerakan udara, tingkat pencahayaan dan distribusi cahaya pada dinding pandangan. Cahaya yang dimaksud disini adalah sinar/radiasi panas matahari. Dalam penelitian ini akan meneliti pengaruh desain fasad rumah modern terhadap kondisi kenyamanan termal di dalam ruang. Diduga meskipun sudah ada bukaan yang cukup dan ada upaya pemberian naungan (perlindungan dari radiasi sinar matahari), kenyamanan termal belum tercapai.

Bab III

Rancangan Metode Penelitian

3.1 Pendekatan yang digunakan

Dalam penelitian ini didasarkan pada paradigma kuantitatif (deduktif) yang bertujuan untuk pembuktian teori. *Grand Theory* yang digunakan dalam penelitian ini adalah teori mengenai Faktor-faktor penentu kenyamanan dalam ruang tertutup (Lippsmeier, 1994), ditentukan oleh temperatur udara, kelembaban udara, temperatur radiasi rata-rata dari atap dan dinding, kecepatan gerakan udara, tingkat pencahayaan dan distribusi cahaya pada dinding pandangan (cahaya dalam pengertian ini adalah sinar matahari), kemudian perlu pembahasan lebih lanjut untuk dapat memberikan pemahaman/gambaran secara jelas hasil riset yang hendak dicapai.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang diamati terdiri dari dua variabel, yaitu:

- a. **Variabel bebas (*independent variable*)**, adalah variabel yang mempengaruhi penciptaan suhu ruangan, yaitu desain fasad rumah modern, yang meliputi bentuk bangunan, luasan/ukuran orientasi, dan cuaca.
- b. **Variabel tergantung (*dependent variable*)**, kondisi kenyamanan termal di dalam ruang, yang terdiri dari Temperatur permukaan,

kelembaban, temperatur kering (di dalam dan luar ruang), serta temperatur efektif.

3.3 Lokasi Penelitian

Obyek penelitian yang dipilih adalah Perumahan Kampoeng Harmoni, Ungaran yang menerapkan desain fasad modern untuk rumah tinggal.

3.4 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat untuk mengukur dimensi, temperatur kering dan kelembaban, temperatur permukaan, posisi ordinat obyek, dan alat perekam gambar. Alat-alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Surface Thermometer

Alat ini berfungsi untuk mengukur temperatur permukaan tanpa harus bersentuhan dengan obyek, karena menggunakan infrared.



Gambar 3.1.
Surface Thermometer

- Thermohygrometer

Alat ini berfungsi untuk mengukur suhu kering (DBT) dan kelembaban udara (RH).



Gambar 3.2.
Thermohygrometer

- Meteran, Kamera digital, GPS

3.5 Pengumpulan Data dan Langkah Kerja

Pengumpulan data dilakukan dengan cara:

- a. Observasi, untuk mengetahui kondisi atau keadaan lapangan yang sebenarnya.
- b. Dokumentasi, untuk mendapatkan data grafis sebagai materi analisis grafis.
- c. Pengukuran (dengan alat ukur), untuk memperoleh data-data kuantitatif dari variabel yang diperlukan pada obyek yang diteliti.

Setelah mengidentifikasi permasalahan, ditentukan hipotesa, kemudian dilakukan pendataan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Langkah-langkah pokok yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan variabel
- b. Pengumpulan data yang terdiri dari :
 - 1) Data Kepustakaan yang berupa teori-teori yang berhubungan bentuk arsitektur modern, fisika bangunan yang berhubungan dengan kenyamanan termal.
 - 2) Penentuan obyek studi (sample)

Obyek penelitian yang diambil adalah 5 objek yang memiliki fasad modern. Untuk mengabaikan pengaruh volume udara di dalam ruang, maka setiap type yang sama dipilih 2 orientasi yang berlawanan, dan 1 obyek dengan desain yang berbeda sebagai pembanding. Dalam penelitian ini dipilih type 36 dan type 50 dengan orientasi Barat daya dan Timur Laut, serta type

70 untuk desain yang berbeda dengan orientasi timur laut sebagai obyek pembandingan.



Gambar 3.3.
Objek penelitian Perumahan Kampoeng Harmoni
Sumber: Data Lapangan, 2011



Gambar 3.4.
 Objek penelitian Pembanding
 Sumber: Data Lapangan, 2011

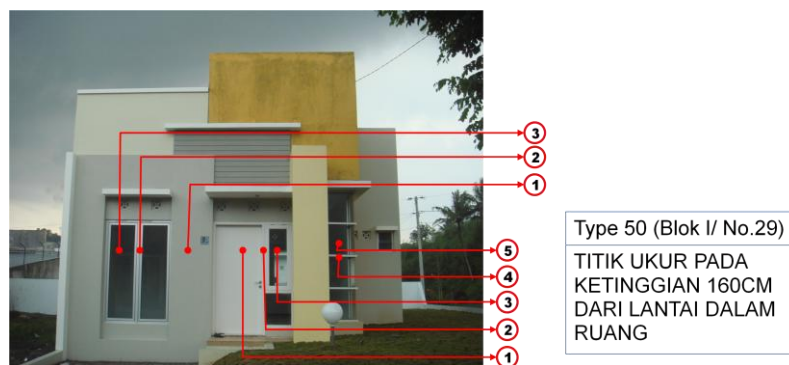
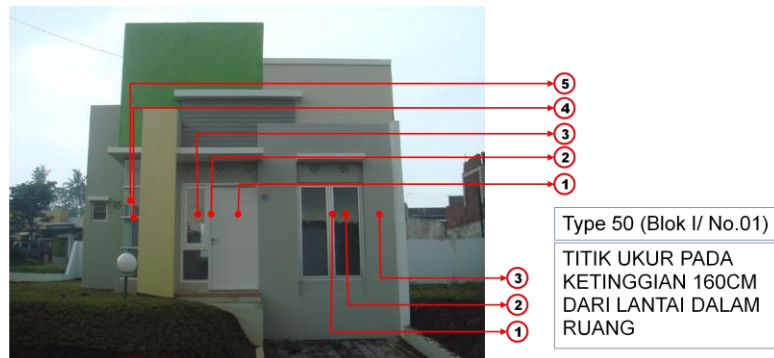
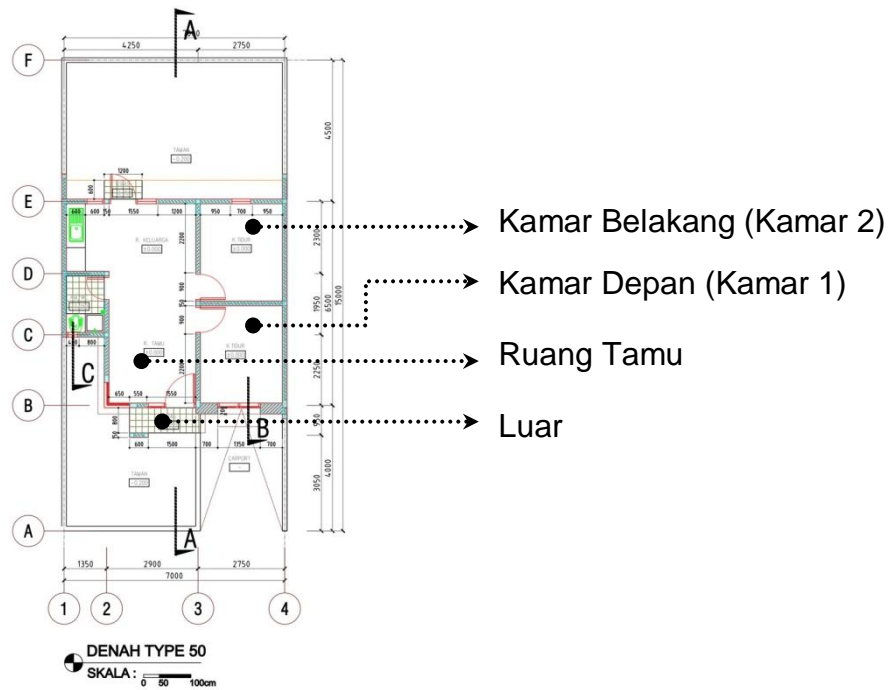
3) Penentuan titik ukur

Pengukuran dilakukan pada rumah yang masih steril dan dalam keadaan tertutup, yang dibiarkan terbuka hanya lubang ventilasi (jika ada).

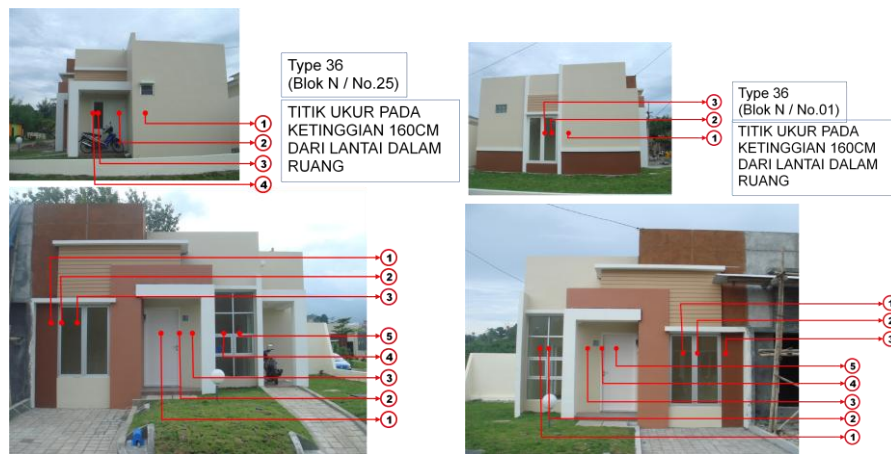
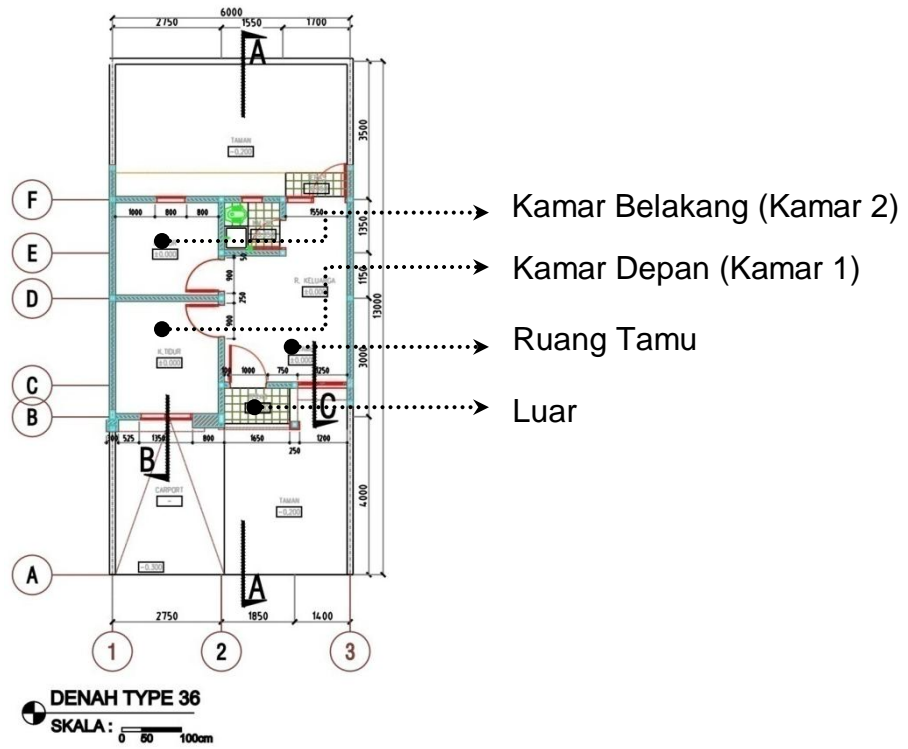
Setiap rumah terbagi dalam 3 ruang, yaitu ruang tamu, kamar depan (kamar 1) dan kamar belakang (kamar 2). Pengukuran dilakukan pada ketinggian 40 cm untuk mewakili kondisi orang duduk atau tidur di tempat tidur, dan pada ketinggian 160 cm untuk mewakili kondisi orang berdiri.

Pengukuran temperatur pada objek penelitian (5 rumah) yang dilakukan pada waktu yang bersamaan (hari dan jam yang

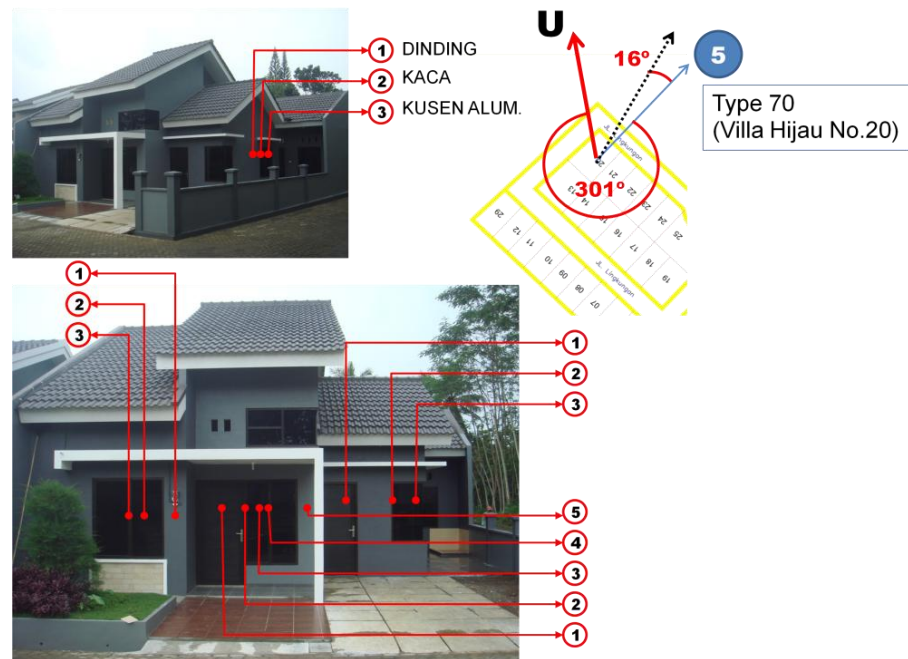
sama), dimulai saat pada pukul 07.00 – 18.00 (setelah matahari terbenam), dan dilakukan setiap jam untuk mendapatkan sample data yang lebih teliti.



Gambar 3.5. Titik Ukur pada type 50
Sumber: Data Lapangan, 2011



Gambar 3.6. Titik Ukur pada type 36
 Sumber: Data Lapangan, 2011



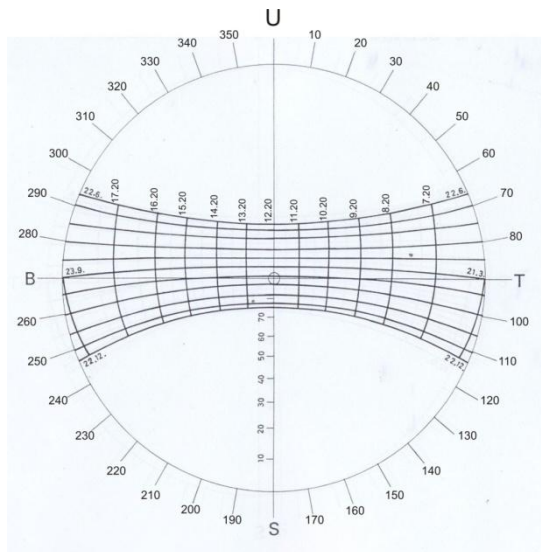
Gambar 3.7. Titik Ukur pada type 70
 Sumber: Data Lapangan, 2011

c. Analisa

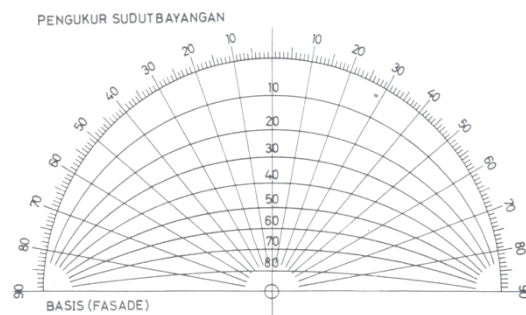
Analisa yang berisi tentang pembuktian hipotesa berdasarkan pengukuran (data kuantitatif) kemudian dilakukan analisa kualitatif.

1) Analisa Kuantitatif

- Untuk mendapatkan posisi matahari dan pembayangan, digunakan diagram matahari (solar chart) berdasarkan waktu dilaksanakan pengukuran dan pengukur sudut bayangan.



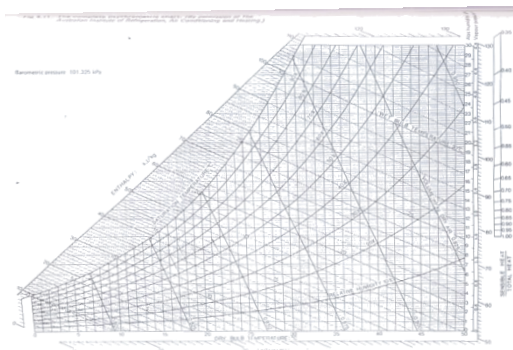
Gambar 3.8. Solar Chart
Sumber: Lippsmeier, 1994



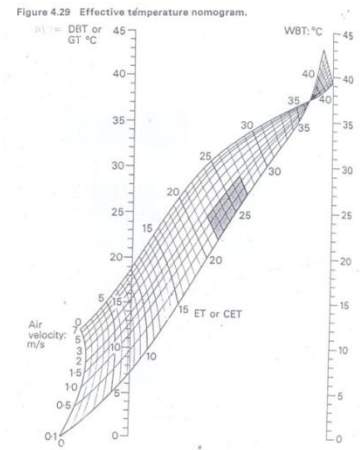
Gambar 3.9.
Pengukur sudut bayangan
Sumber: Lippsmeier, 1994

- Analisis bentuk bangunan yang terkait langsung dengan temperatur ruangan. Data yang muncul berupa hasil pengukuran temperatur permukaan bagian luar dan dalam ruangan. Hasil analisis ini akan dikaitkan dengan pembayangan pada permukaan fasad.

- Menentukan temperatur efektif (TE) dengan menggunakan data temperatur kering (DBT) dan temperatur lembab (WBT), asumsi udara tidak bergerak, dengan menggunakan Diagram Psikometrik dan Diagram TE.



Gambar 3.10. Diagram Psikometrik
Sumber: Szokolay, 1980



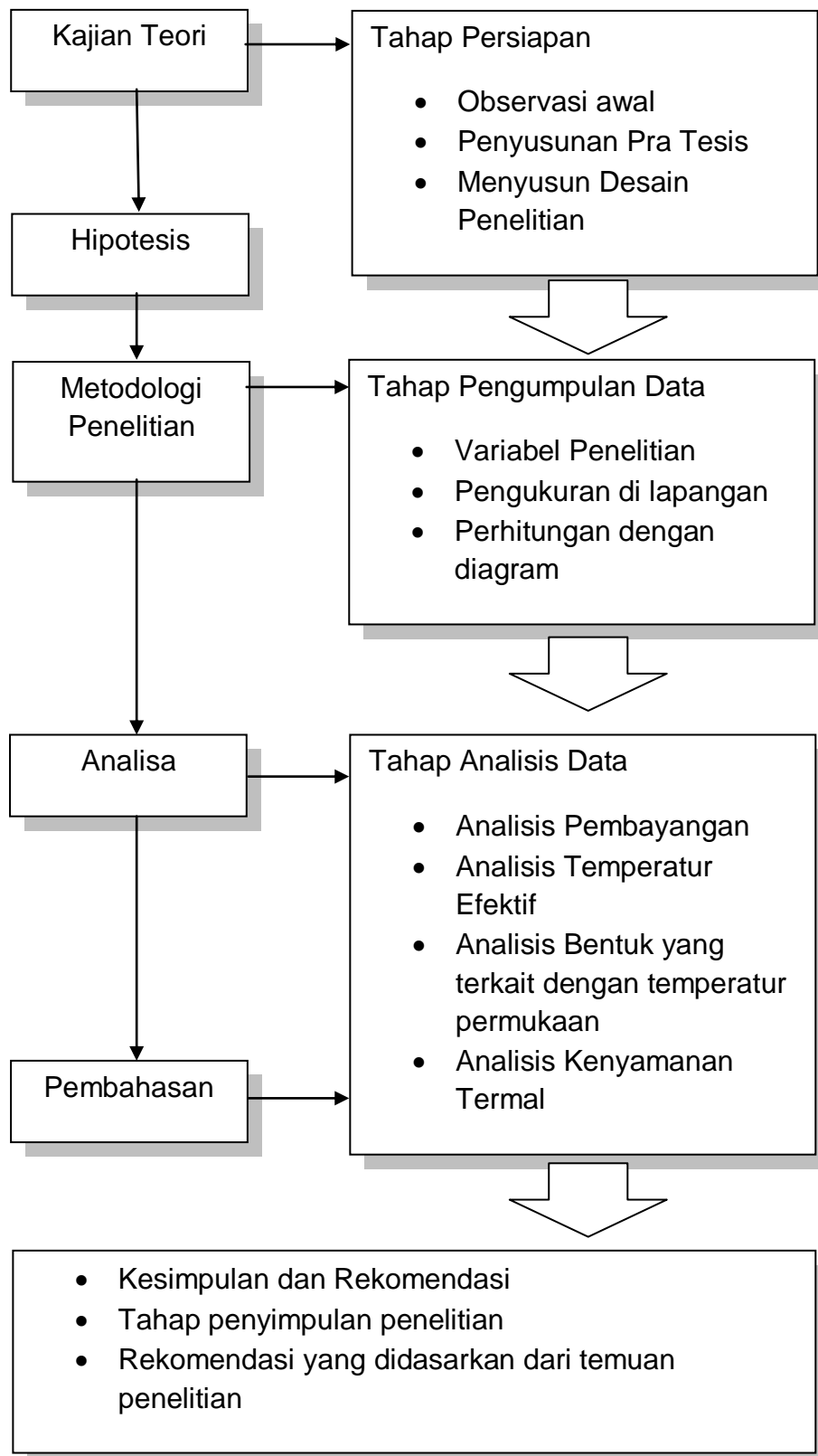
Gambar 3.11. Diagram TE
Sumber: Szokolay, 1980

- Untuk mengetahui kondisi kenyamanan termal dalam bangunan mengacu pada parameter Mom & Wiesborn serta Webb, yang menentukan angka kenyamanan berdasarkan Temperatur Efektif (TE) yang diperoleh dari Diagram Temperatur Efektif.

2) Analisa Kualitatif

Pendekatan yang digunakan adalah dengan pengumpulan data kuantitatif, kemudian dijabarkan menjadi bentuk grafik yang akan diperbandingkan menggunakan metode kualitatif, sehingga akan didapatkan analisa mengenai kemampuan elemen fasad dalam menciptakan kenyamanan termal di dalam ruang, selain itu bertujuan untuk memberikan makna terhadap berbagai hasil pengukuran lapangan yang belum memiliki nilai kuantitatif tertentu namun diperlukan penyelesaian analisis.

3.6 Kerangka Penelitian



Gambar 3.12. Skema Langkah Pokok Penelitian

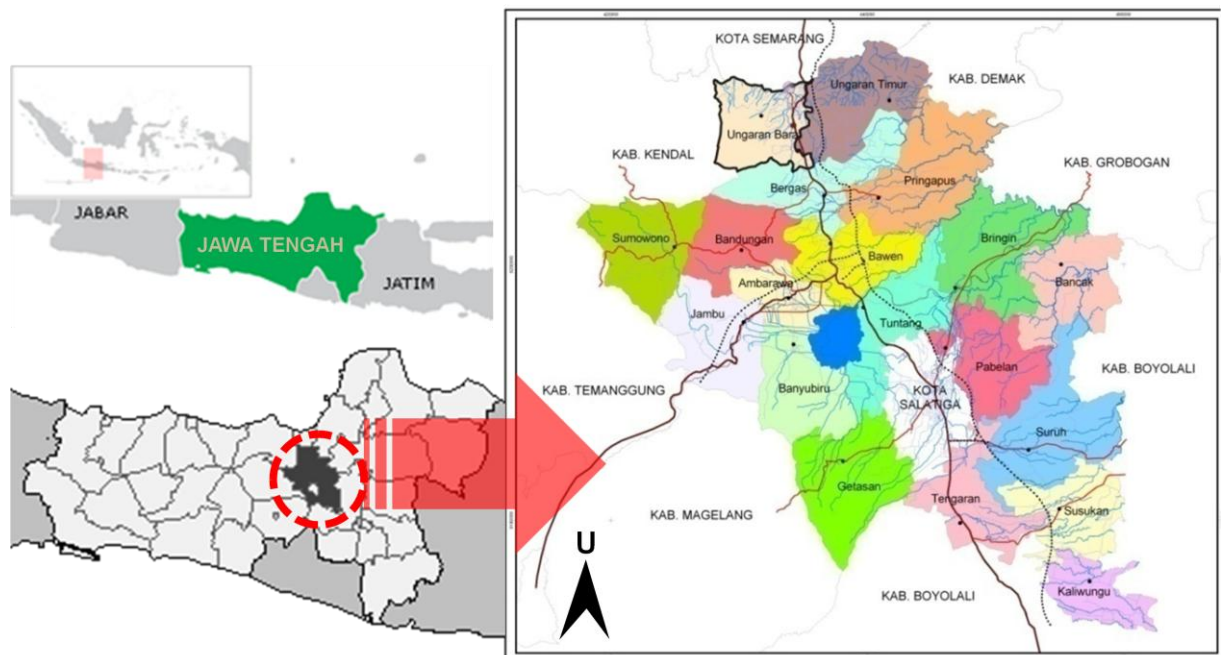
Sumber: Analisa penulis, 2012

Bab IV

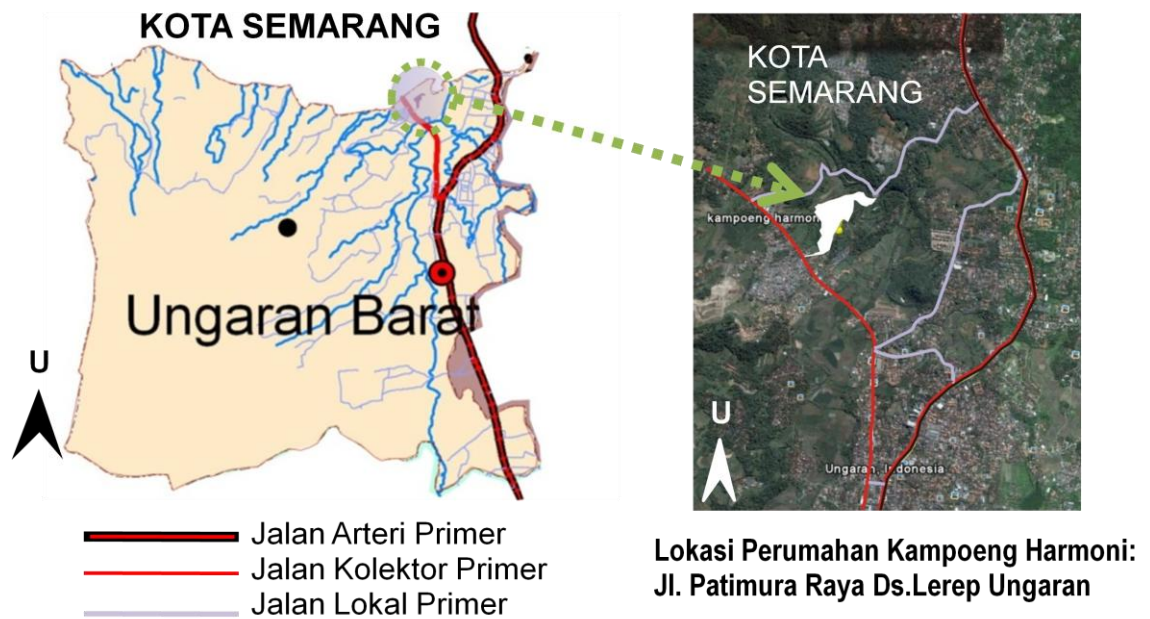
Deskripsi Lokasi Penelitian

4.1 Skala Kota

Lokasi Penelitian adalah di Perumahan Kampong Harmoni yang berada di Jalan Patimura Raya, Ds. Lerep, Ungaran, kabupaten Semarang. Dengan titik ordinat $7^{\circ}6'LS$, $110^{\circ}24'BT$. Posisinya berbatasan langsung dengan Kota Semarang, dan lokasi yang mudah dijangkau, membuat perumahan ini banyak diminati oleh masyarakat yang bekerja di Kota Semarang dan Kabupaten Semarang.



Gambar 4.1. Peta kabupaten Semarang
Sumber: Arsip kabupaten Semarang, 2011



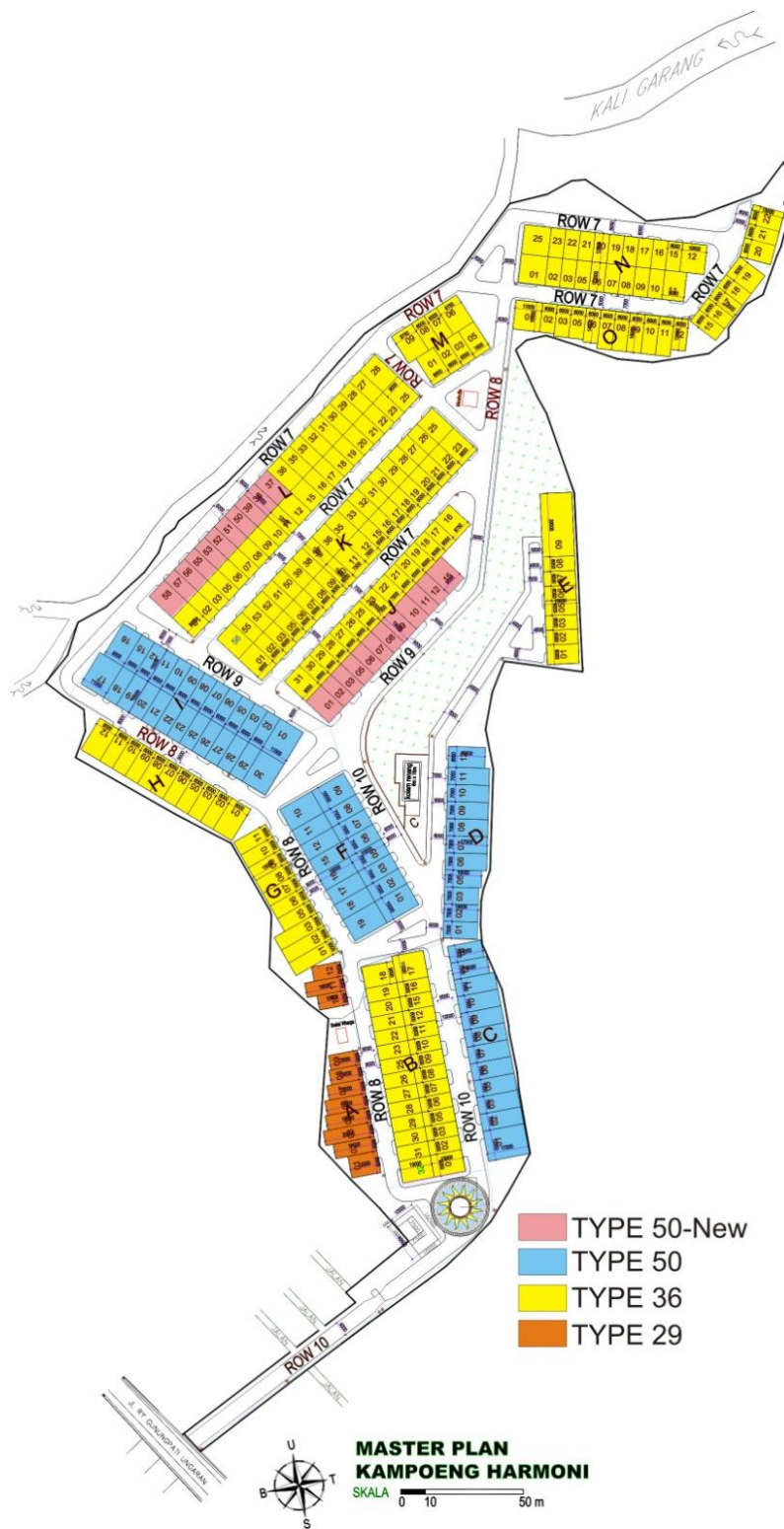
Gambar 4.2. Peta orientasi Perumahan kampoeng Harmoni
 Sumber: Arsip kabupaten Semarang, 2011

4.2 Skala Lingkungan

Perumahan Kampung Harmoni berada di lahan seluas ±5,3Ha, tersedia 288 unit dengan 4 type yang berbeda, yaitu type 29, 36, 50 dan 50-new. Perumahan ini menerapkan desain arsitektur modern pada fasad bangunannya, menggunakan bentuk yang sama untuk setiap type yang sama.

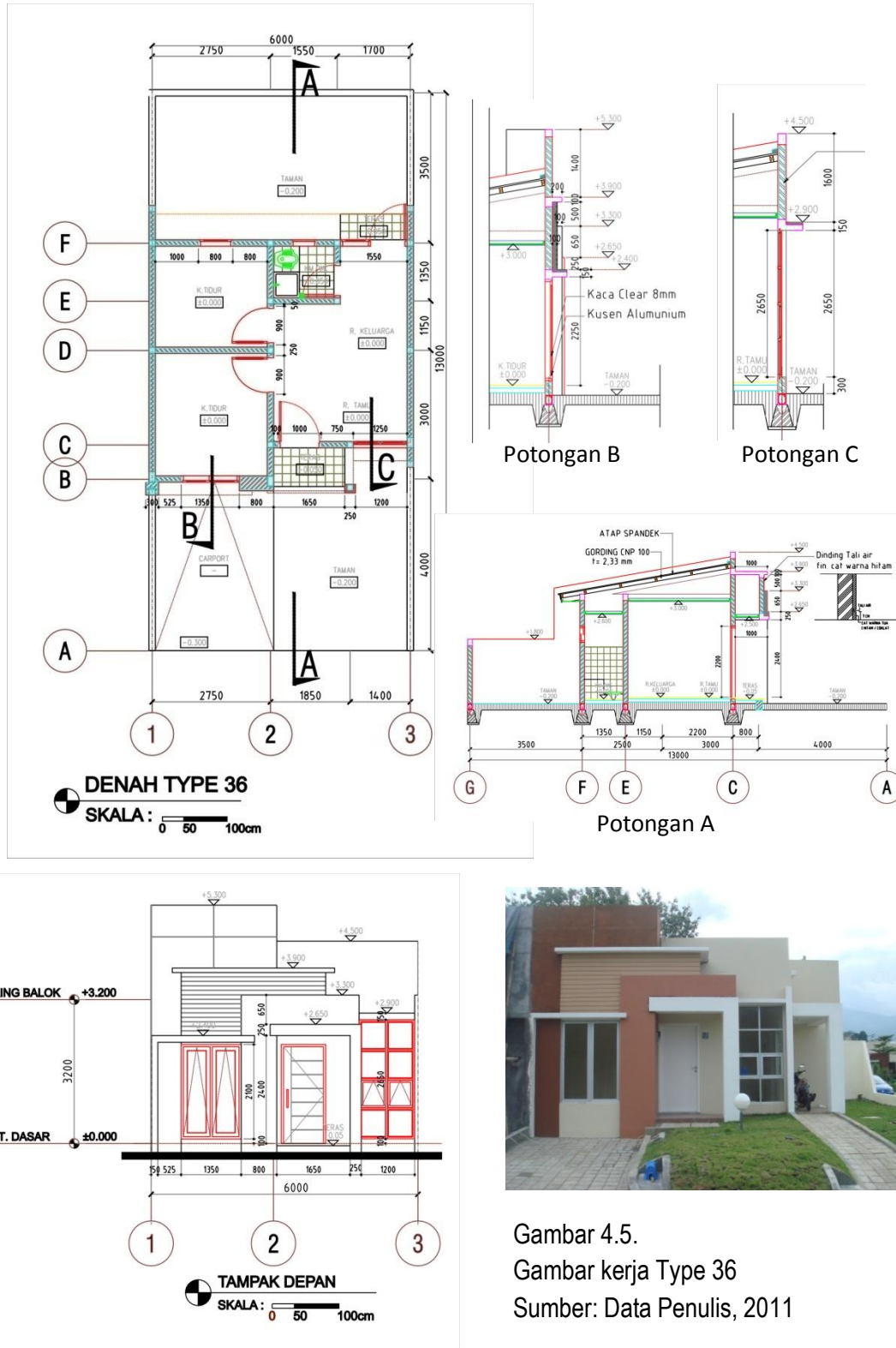


Gambar 4.3.
 Desain Rumah tinggal di
 Perumahan Kampoeng Harmoni
 Sumber: Data Penulis, 2011

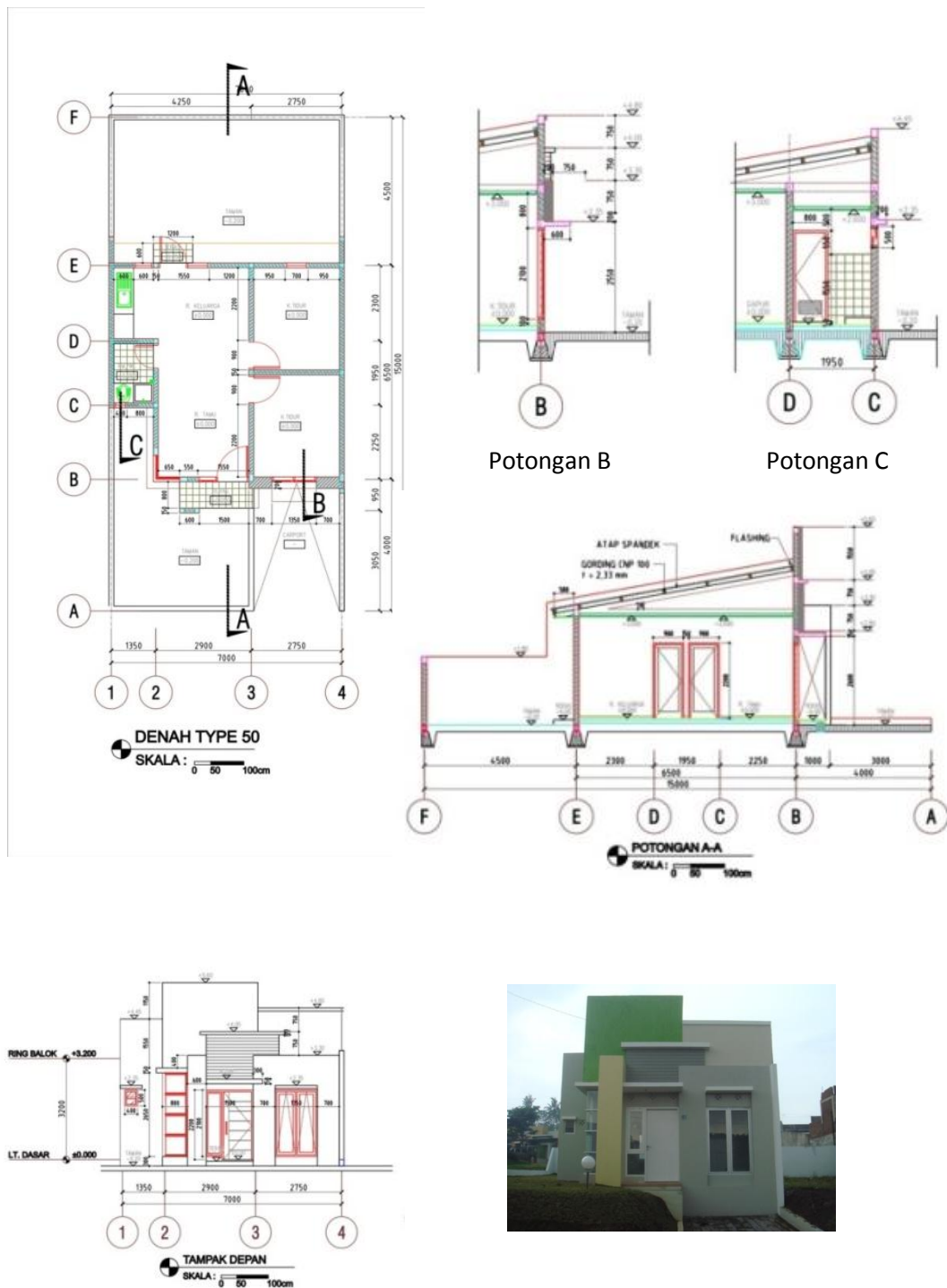


Gambar 4.4.
 Master Plan Perumahan kampong Harmoni
 Sumber: Data Penulis, 2011

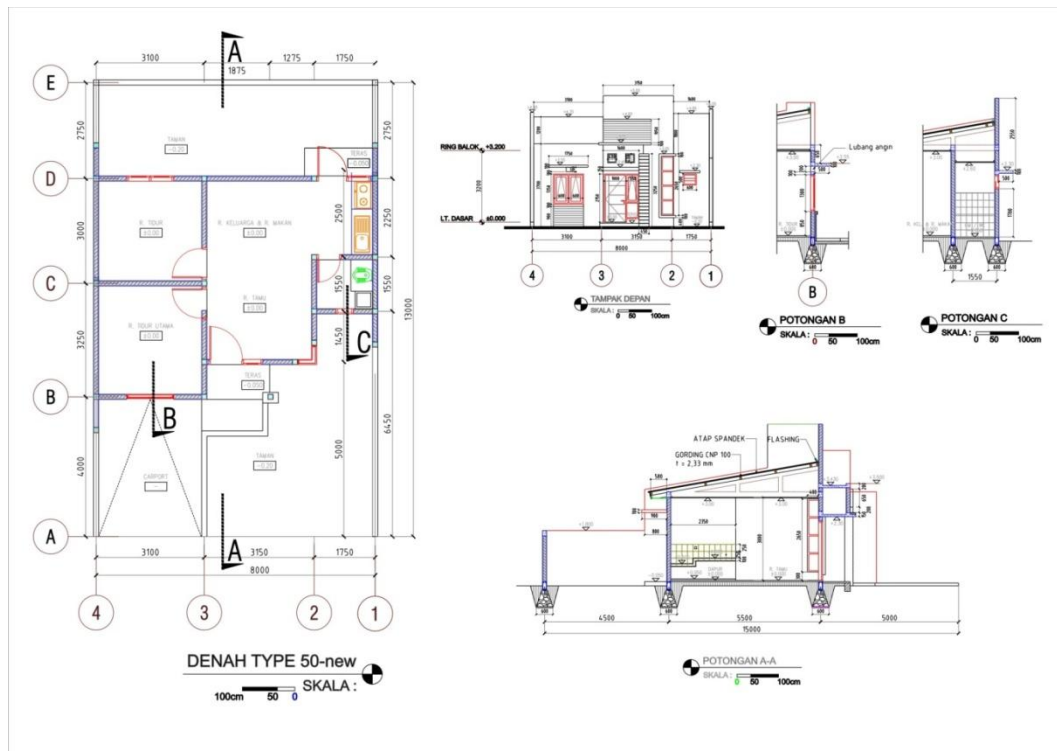
Berikut ini merupakan gambar kerja dari masing-masing type di Perumahan kampoeng harmoni, Ungaran:



Gambar 4.5.
Gambar kerja Type 36
Sumber: Data Penulis, 2011



Gambar 4.6.
 Gambar kerja Type 50
 Sumber: Data Penulis, 2011

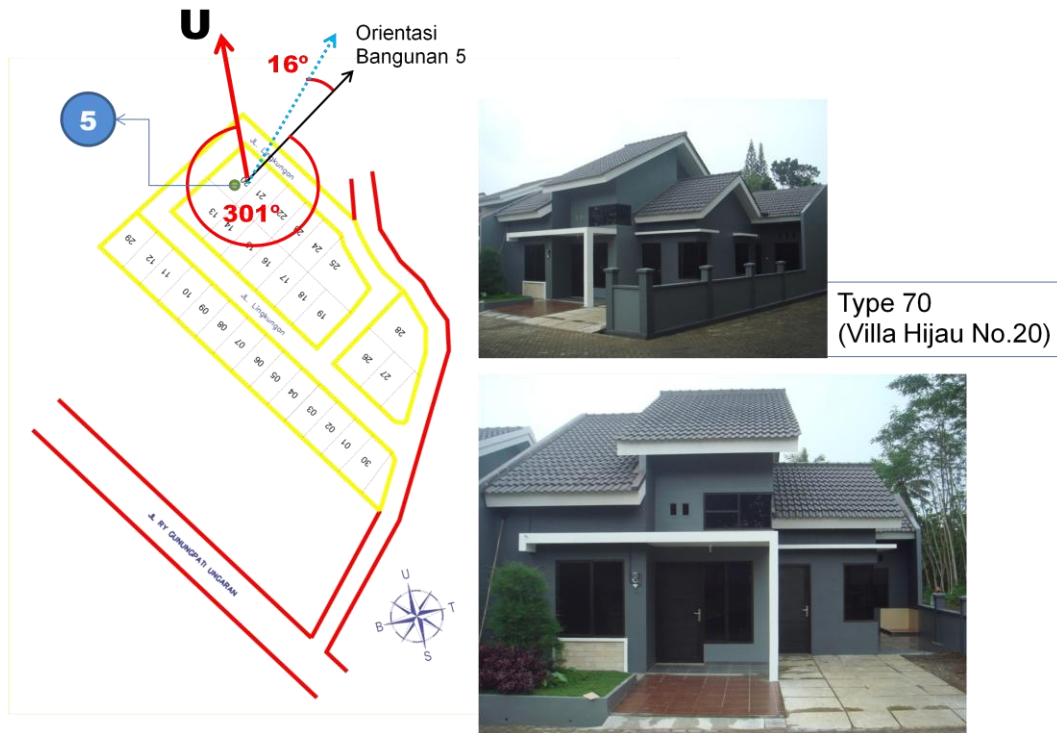


Gambar 4.7. Gambar kerja Type 50-new
 Sumber: Data Penulis, 2011

Desain fasad rumah tinggal di Perumahan kampoeng harmoni menonjolkan kesan bentuk geometris murni (kotak) sebagai salah satu ciri Arsitektur modern. Untuk itu pada tampak depan, atap ditutup oleh bidang dinding yang tinggi untuk mempertegas bentuk geometrisnya. Bidang kaca yang lebar tidak didukung oleh overhang yang panjang.

4.3 Obyek Pemandang

Rumah yang dipilih sebagai obyek pembanding adalah rumah type 70, dengan orientasi Timur Laut yang berada di Perumahan Vila Hijau. Letaknya bersebelahan dengan Perumahan kampoeng Harmoni dan menerapkan desain fasad modern dengan tampilan yang berbeda merupakan dasar pemilihan obyek tersebut.



Gambar 4.8. Gambar Type 70 – Villa Hijau
 Sumber: Data Penulis, 2011

Desain fasad di Perumahan Villa Hijau menerapkan konsep arsitektur modern tropis, dengan tetap menampilkan bentuk atapnya.

Bab V

ANALISIS

5.1 Analisis Pembayangan

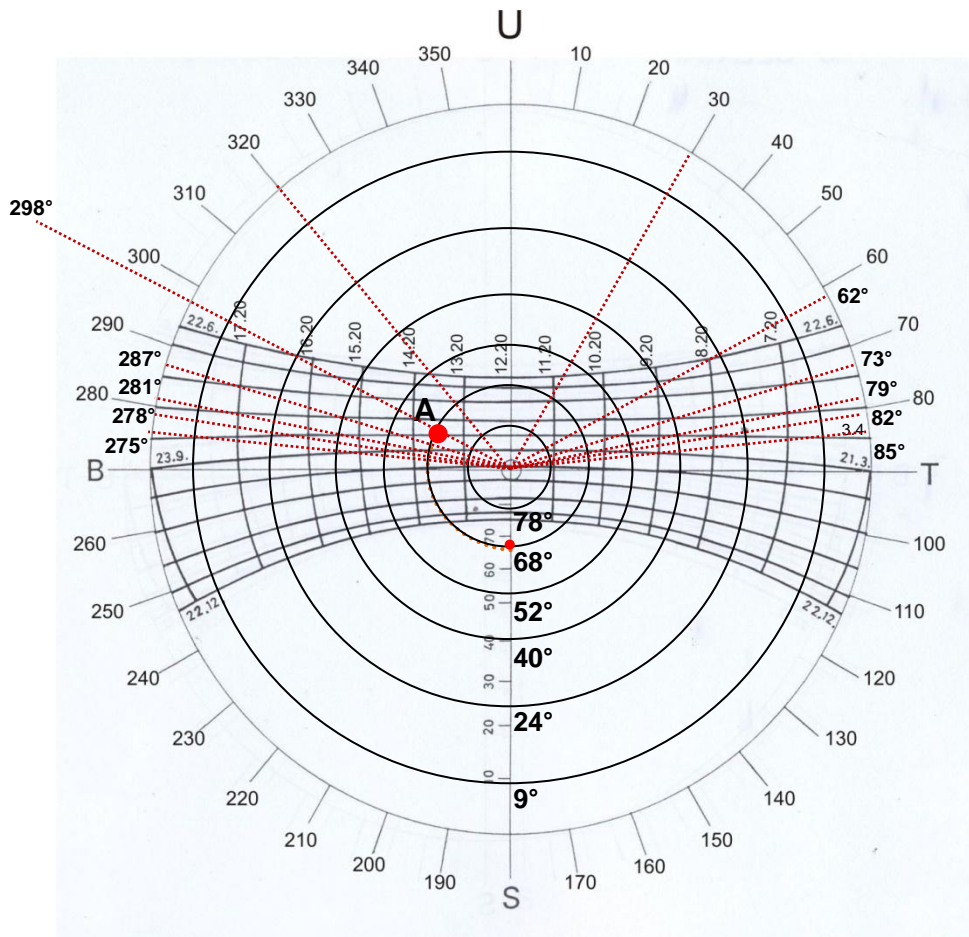
Analisis pembayangan ini dimaksudkan untuk mendapatkan posisi matahari sebenarnya pada tanggal 3 April dan 9 Juni, serta untuk mengetahui pembayangan yang terjadi pada tanggal tersebut. Dengan demikian dapat diketahui bagian yang terbayangi dan yang terkena sinar matahari langsung.

5.1.1 Penentuan azimut dan tinggi matahari

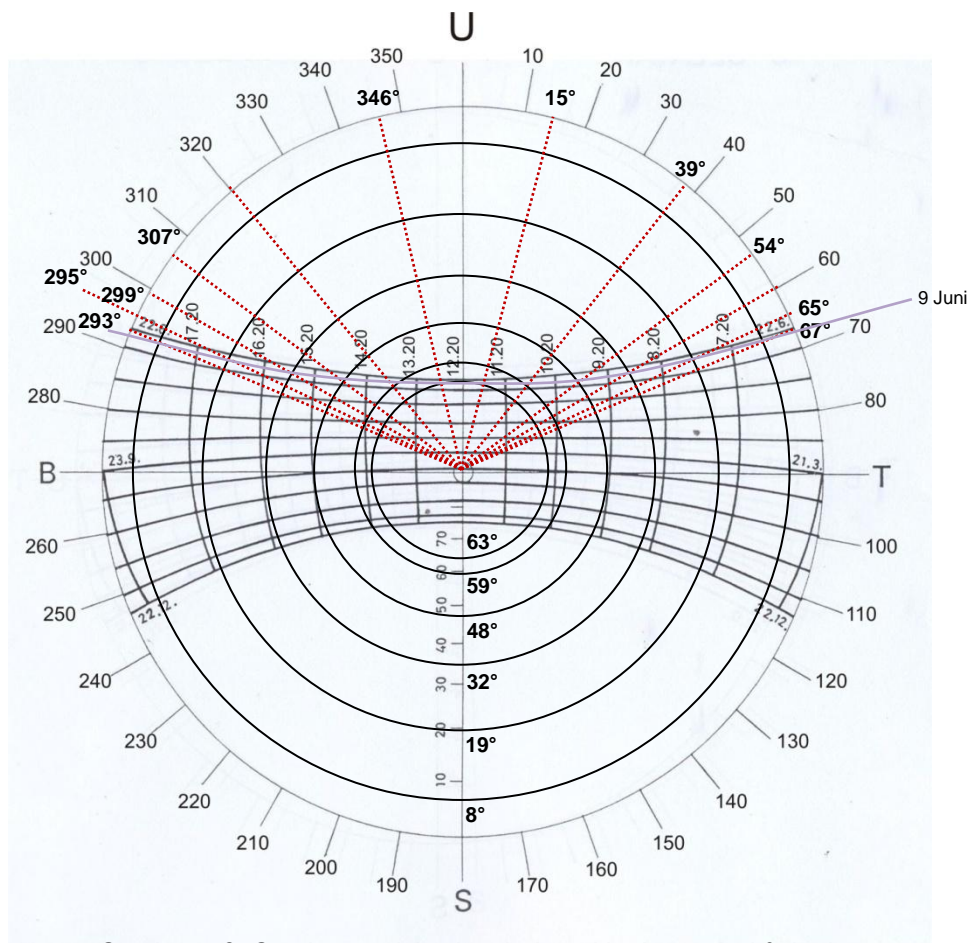
- Lokasi : Perumahan kampoeng harmoni, Ungaran, Indonesia, 7°6'LS, 110°24'BT
Meridian waktu Negara 105° Timur. $110^\circ - 105^\circ = 5^\circ$, dikalikan 4 menjadi 20 menit, jadi tengah hari sebenarnya adalah jam 12.20
- Waktu : 3 April, Jam 14.00, diberi tanda titik A

Setelah menghitung dan mencantumkan waktu matahari sebenarnya, titik A ditentukan dengan cara interpolasi antara garis jam 13.20 dan 14.20 pada garis tanggal 3.4. "Pengamat" dan titik A dihubungkan dan garis hubung ini diperpanjang sampai lingkaran diagram terluar (azimut).

Hasilnya, pada tanggal 3 April, jam 14.00, besar azimuth adalah 298° . Melalui titik A ditarik sebuah lingkaran ke skala tinggi. Hasilnya pada saat yang sama tinggi matahari adalah 68° (altitude).



Gambar 5.1. Gambar posisi azimuth dan altitude tanggal 3 April



Gambar 5.2. Gambar posisi azimuth dan altitude tanggal 9 Juni

Tabel 5.1: Kedudukan Matahari Terhadap Lokasi

Jam	3 April		9 Juni	
	Azimuth	Altitude	Azimuth	Altitude
7.00	85	9 (min)	67	8 (min)
8.00	82	24	65	19
9.00	79	40	60	32
10.00	73	52	54	48
11.00	62	68	39	59
12.00	30	78 (max)	15	63 (max)
13.00	330	78 (max)	346	63 (max)
14.00	298	68	320	59
15.00	287	52	307	48
16.00	281	40	299	32
17.00	278	24	295	19
18.00	275	9 (min)	293	8 (min)

Seperti terlihat pada diagram matahari (Gambar 5.1 dan 5.2), bahwa posisi azimuth dan altitude pada obyek penelitian saat pengukuran tanggal 3 April dan 9 Juni matahari condong ke Utara dengan posisi altitude tertinggi terjadi pada jam 12.00-13.00 sebesar 78° (tanggal 3 April), 63° (tanggal 9 Juni) dan posisi altitude terendah pada jam 7.00 dan jam 18.00 sebesar 9° (tanggal 3 April), 8° (tanggal 9 Juni).

Perbedaan ini akan mempengaruhi lamanya penyinaran matahari secara langsung di siang hari terhadap bidang fasad. Tanggal 9 Juni akan lebih lama penyinaran langsung di siang hari dan sudut bayangan vertikal yang terbentuk akan lebih rendah, sehingga luas bidang yang terkena sinar matahari langsung lebih luas jika dibandingkan dengan fasad pada tanggal 3 April. Atau bisa dikatakan, pada tanggal 3 April luas bidang fasad yang terbayangi lebih besar dari pada pengukuran tanggal 9 Juni.



Pengukuran 3 April



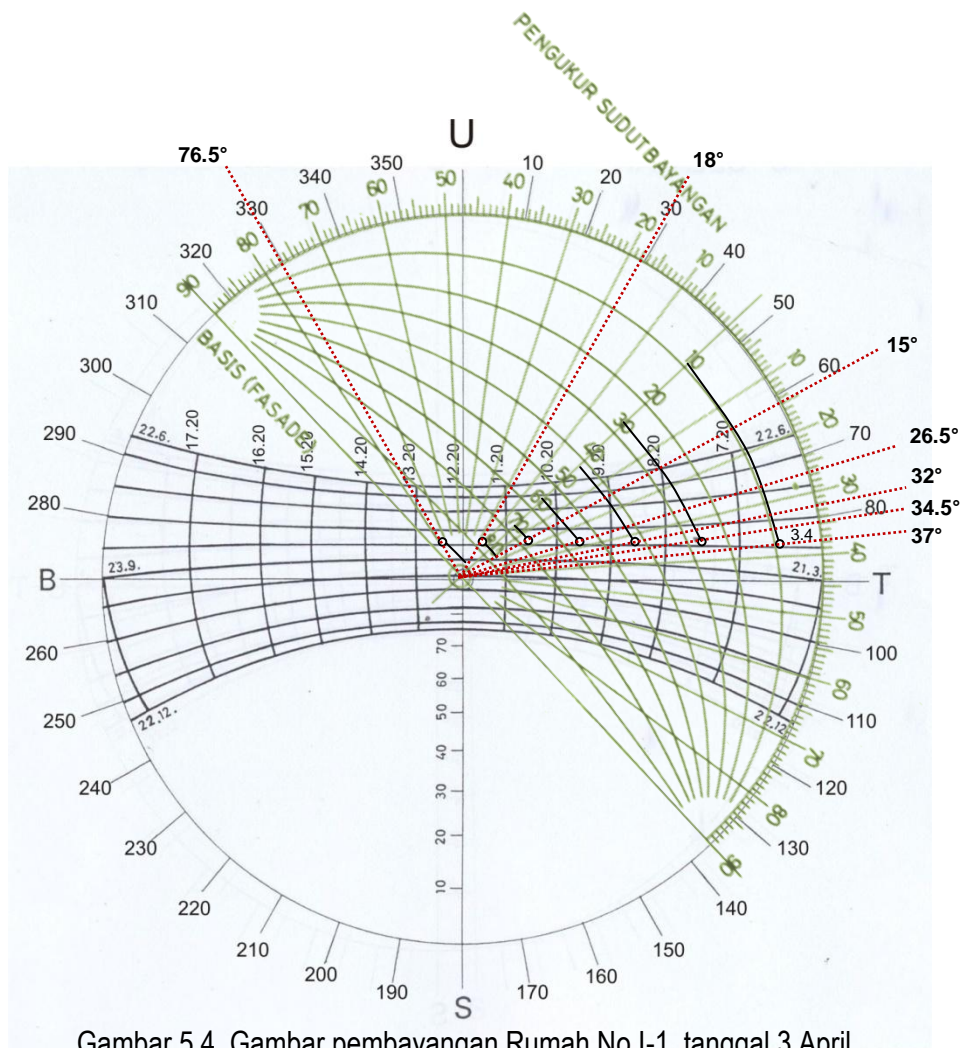
Pengukuran 9 Juni

Gambar 5.3. Gambar perbandingan pembayangan Rumah No.1-1
Sumber: Survey lapangan, 2012

5.1.2 Penentuan sudut bayangan horizontal dan vertikal

1. Pembayangan pada Rumah No. I-1 (type 50), tanggal 3 April

- Lokasi : Perumahan kampoeng Harmoni, Ungaran, Indonesia
- Obyek : Fasade Timur Laut sebuah bangunan (NA 317°)



Gambar 5.4. Gambar pembayangan Rumah No.I-1, tanggal 3 April

Tabel 5.2: Pembayangan Bagian Timur Laut (fasad depan bangunan)

Jam	3 April		Bayangan	
	Azimuth	Altitude	Vertikal	Horisontal
7.00	85	9	9	37
8.00	82	24	28	34.5
9.00	79	40	41	32
10.00	73	52	55	26.5
11.00	62	68	68	15
12.00	30	78	78	18
13.00	330	78	85	76.5
14.00	298	68	-	-
15.00	287	52	-	-
16.00	281	40	-	-
17.00	278	24	-	-
18.00	275	9	-	-

Melihat gambar 5.4, sudut bayangan vertikal (SBV) dan horizontal (SBH) yang terbentuk pada fasad rumah No. I-1 (type 50) yang menghadap ke arah Timur Laut dengan NA 317°, adalah pada jam 7.00-13.00. Pembayangan yang terbentuk dapat dilihat di gambar 5.5, terlihat bahwa mulai jam 11.00 dengan SBV sebesar 68° dan SBH 15° permukaan fasad di ketinggian 160 cm sudah terbayangi. Sudut bayangan vertikal (SBV) yang terbentuk dari jam 7.00-13.00 sudutnya semakin besar, sehingga semakin siang, luas permukaan fasad yang terbayangi semakin besar.

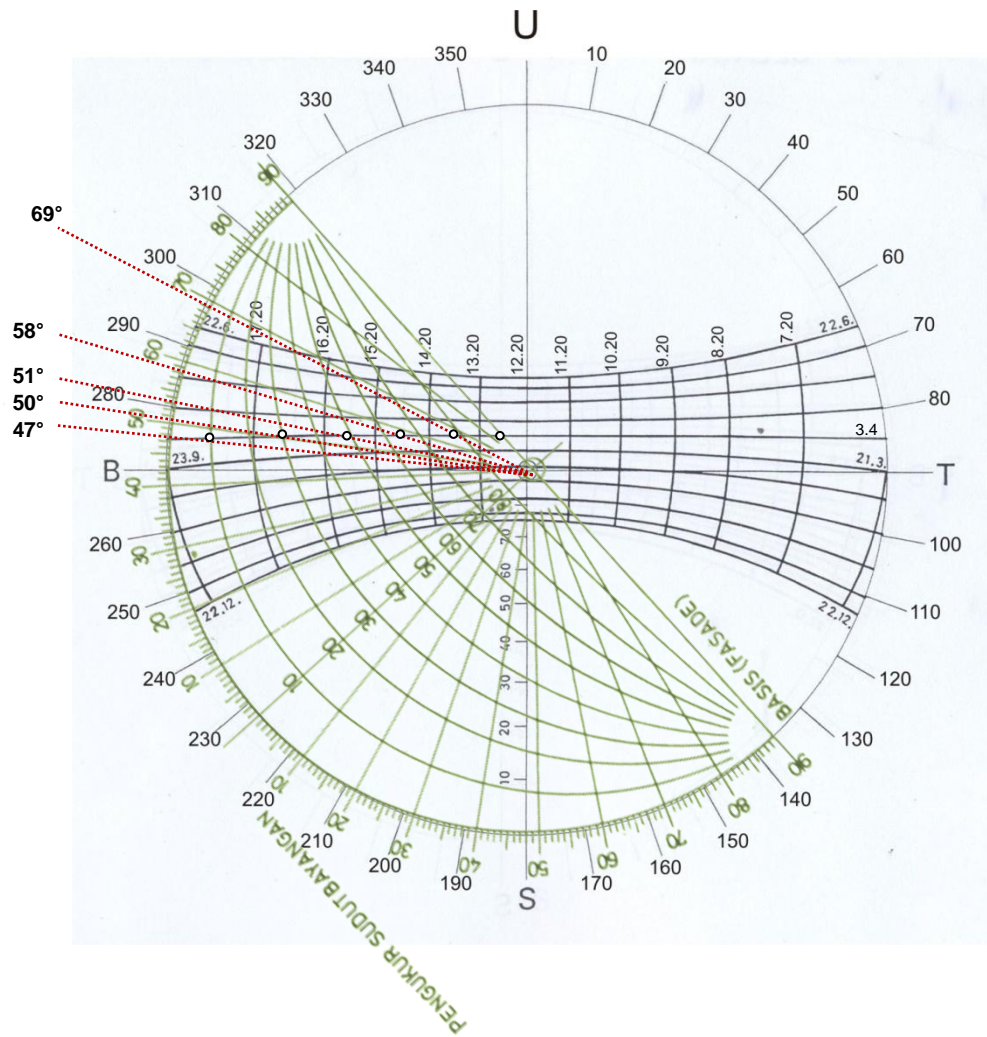
Pembayangan Tanggal 3 April, Rumah No.I-1 (type 50) – Timur laut



Gambar 5.5 Gambar pembayangan Rumah No.I-1, tanggal 3 April
 Sumber: Survey lapangan, 2012

2. Pembayangan pada Rumah No. I-29 (type 50), tanggal 3 April

- Lokasi : Perumahan kampoeng Harmoni, Ungaran, Indonesia
- Obyek : Fasade Barat Daya sebuah bangunan (NA 137°)



Gambar 5.6. Gambar pembayangan Rumah No.I-29, tanggal 3 April

Tabel 5.3: Pembayangan Bagian Barat Daya (fasad depan bangunan)

Jam	3 April		Bayangan	
	Azimuth	Altitude	Vertikal	Horisontal
7.00	85	9	-	-
8.00	82	24	-	-
9.00	79	40	-	-
10.00	73	52	-	-
11.00	62	68	-	-
12.00	30	78	-	-
13.00	330	78	-	-
14.00	298	68	79	69
15.00	287	52	65	58
16.00	281	40	49	51
17.00	278	24	30	50
18.00	275	9	10	47

Melihat gambar 5.6, sudut bayangan vertikal (SBV) dan horizontal (SBH) yang terbentuk pada fasad rumah No. I-29 (type 50) yang menghadap ke arah Barat Daya dengan NA 137°, adalah pada jam 14.00-18.00. Pembayangan yang terbentuk dapat dilihat pada gambar 5.7, terlihat bahwa fasad bangunan mulai terkena sinar matahari langsung pada jam 13.00 dengan SBV sebesar 79° dan SBH 69°. Pada saat pengukuran dilakukan jam 15.00 cuaca hujan, sehingga fasad terkena sinar matahari langsung hanya pada jam 13.00-15.00, sehingga fasad di ketinggian 160cm selalu terbayangi, yang akan berpengaruh terhadap laju perubahan TE di dalam ruang menjadi lebih stabil.

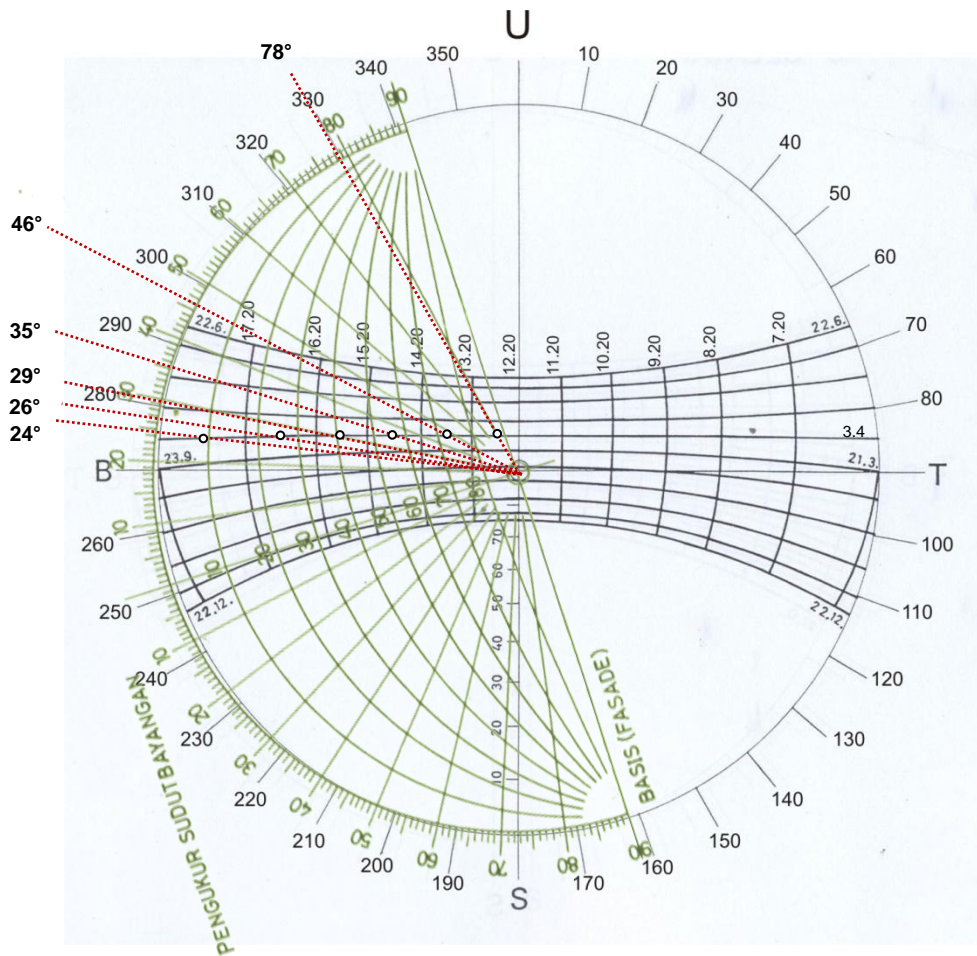
Pembayangan Tanggal 3 April, Rumah No.1-29 (type 50) – Barat Daya



Gambar 5.7. Gambar pembayangan Rumah No.1-29, tanggal 3 April
 Sumber: Survey Lapangan, 2012

3. Pembayangan pada Rumah No. N-1 (type 36), tanggal 3 April

- Lokasi : Perumahan kampoeng Harmoni, Ungaran, Indonesia
- Obyek : Fasade Barat Daya sebuah bangunan (NA 162°)



Gambar 5.8. Gambar pembayangan Rumah No.N-1, tanggal 3 April

Tabel 5.4: Pembayangan Bagian Barat Daya (fasad depan bangunan)

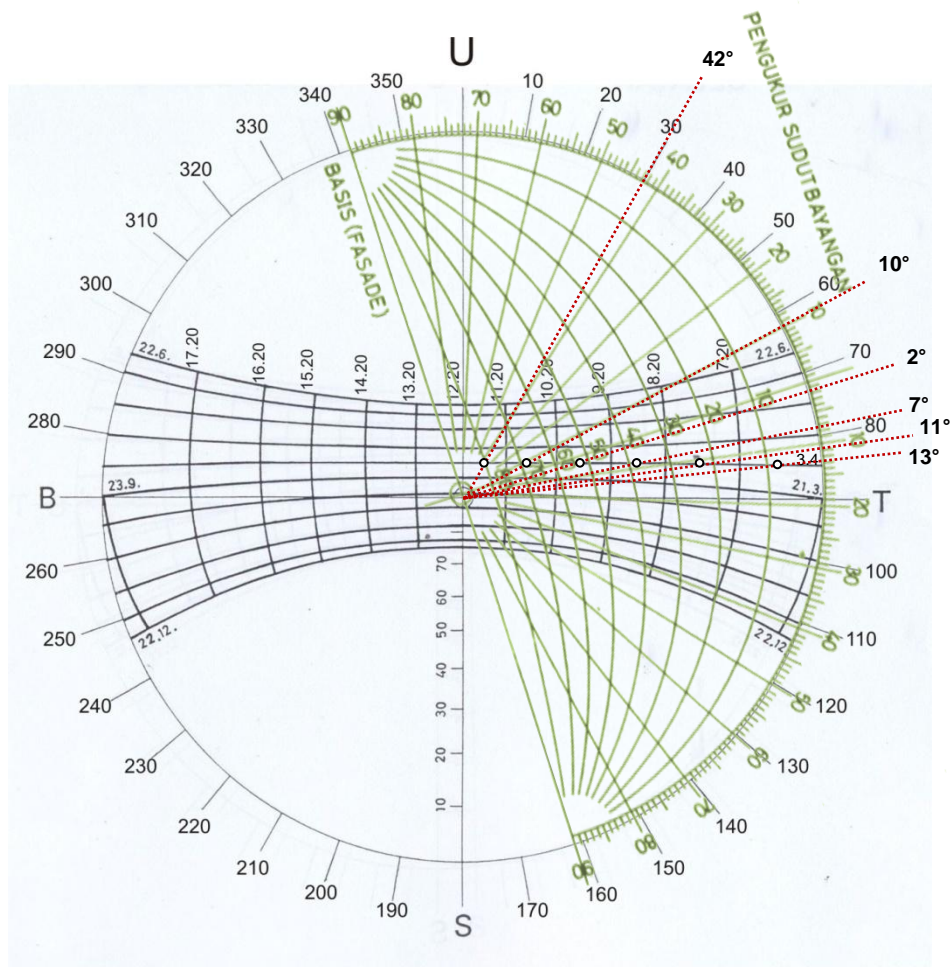
Jam	3 April		Bayangan	
	Azimuth	Altitude	Vertikal	Horisontal
7.00	85	9	-	-
8.00	82	24	-	-
9.00	79	40	-	-
10.00	73	52	-	-
11.00	62	68	-	-
12.00	30	78	-	-
13.00	330	78	88	78
14.00	298	68	72	46
15.00	287	52	55	35
16.00	281	40	41	29
17.00	278	24	25	26
18.00	275	9	9	24

Melihat gambar 5.8, sudut bayangan vertikal (SBV) dan horizontal (SBH) yang terbentuk pada fasad rumah No. N-1 (type 36) yang menghadap ke arah Barat Daya dengan NA 162° , adalah pada jam 13.00-18.00. Pembayangan yang terbentuk dapat dilihat pada gambar 5.9, terlihat bahwa fasad bangunan mulai terkena sinar matahari langsung pada jam 13.00 dengan SBV sebesar 88° dan SBH 78° . Pada saat pengukuran dilakukan jam 15.00 cuaca hujan, permukaan fasad terkena sinar matahari langsung hanya pada jam 13.00-15.00, dengan SBV dan SBH yang tinggi, sehingga permukaan fasad di ketinggian 160 cm tidak ada yang terkena sinar matahari langsung sepanjang hari. Hal ini akan membuat bidang fasad lebih stabil dalam mempertahankan temperatur di dalam ruang.



Gambar 5.9. Gambar pembayangan Rumah No.N-1, tanggal 3 April
 Sumber: Survey Lapangan, 2012

4. Pembayangan pada Rumah No. N-25 (type 36), tanggal 3 April
- Lokasi : Perumahan kampoeng Harmoni, Ungaran, Indonesia
 - Obyek : Fasade Timur Laut sebuah bangunan (NA 342°)



Gambar 5.10. Gambar pembayangan Rumah No.N--25, tanggal 3 April

Tabel 5.5: Pembayangan Bagian Timur laut (fasad depan bangunan)

Jam	3 April		Bayangan	
	Azimuth	Altitude	Vertikal	Horisontal
7.00	85	9	8	13
8.00	82	24	23	11
9.00	79	40	39	7
10.00	73	52	52	2
11.00	62	68	69	10
12.00	30	78	80	42
13.00	330	78	-	-
14.00	298	68	-	-
15.00	287	52	-	-
16.00	281	40	-	-
17.00	278	24	-	-
18.00	275	9	-	-

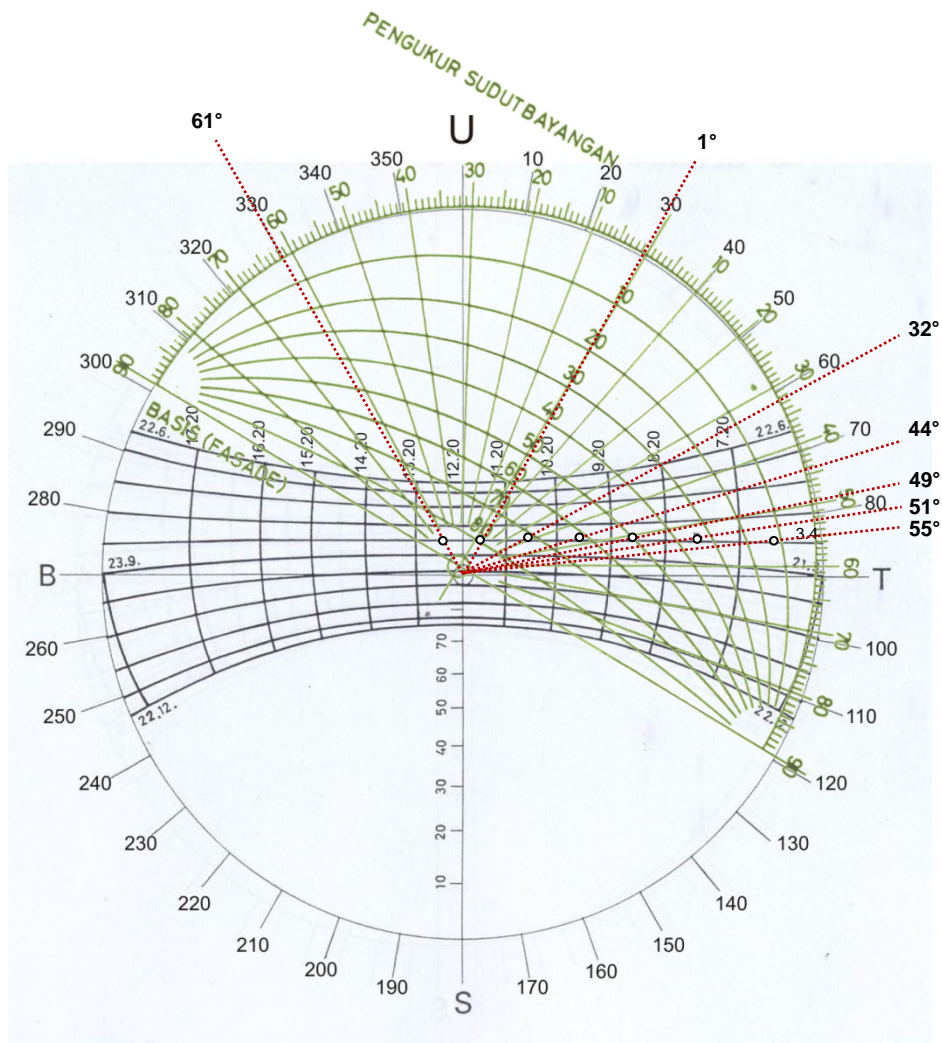
Melihat gambar 5.10, sudut bayangan vertikal (SBV) dan horizontal (SBH) yang terbentuk pada fasad rumah No. N-25 (type 36) yang menghadap ke arah Timur Laut dengan NA 342°, adalah pada jam 7.00-12.00. Pembayangan yang terbentuk dapat dilihat di gambar 5.11, terlihat bahwa mulai jam 11.00 dengan SBV sebesar 69° dan SBH 10° permukaan fasad di ketinggian 160 cm sudah terbayangi, dan mulai jam 13.00 permukaan fasad bangunan sudah terbayangi seluruhnya. Pembayangan ini akan berpengaruh terhadap laju perubahan Temperatur efektif di dalam ruang, apabila ada pembayangan, bidang fasad akan lebih mampu menyimpan panas di dalam bidang fasad sebelum dilepaskan/dialirkan ke suhu yang lebih rendah.



Gambar 5.11. Gambar pembayangan Rumah No.N-25, tanggal 3 April
 Sumber: Survey Lapangan, 2012

5. Pembayangan pada Rumah No. VH-20 (type 70), tanggal 3 April

- Lokasi : Perumahan Villa Hijau, Ungaran, Indonesia
- Obyek : Fasade Timur Laut sebuah bangunan (NA 301°)



Gambar 5.12. Gambar pembayangan Rumah No.VH-20, tanggal 3 April

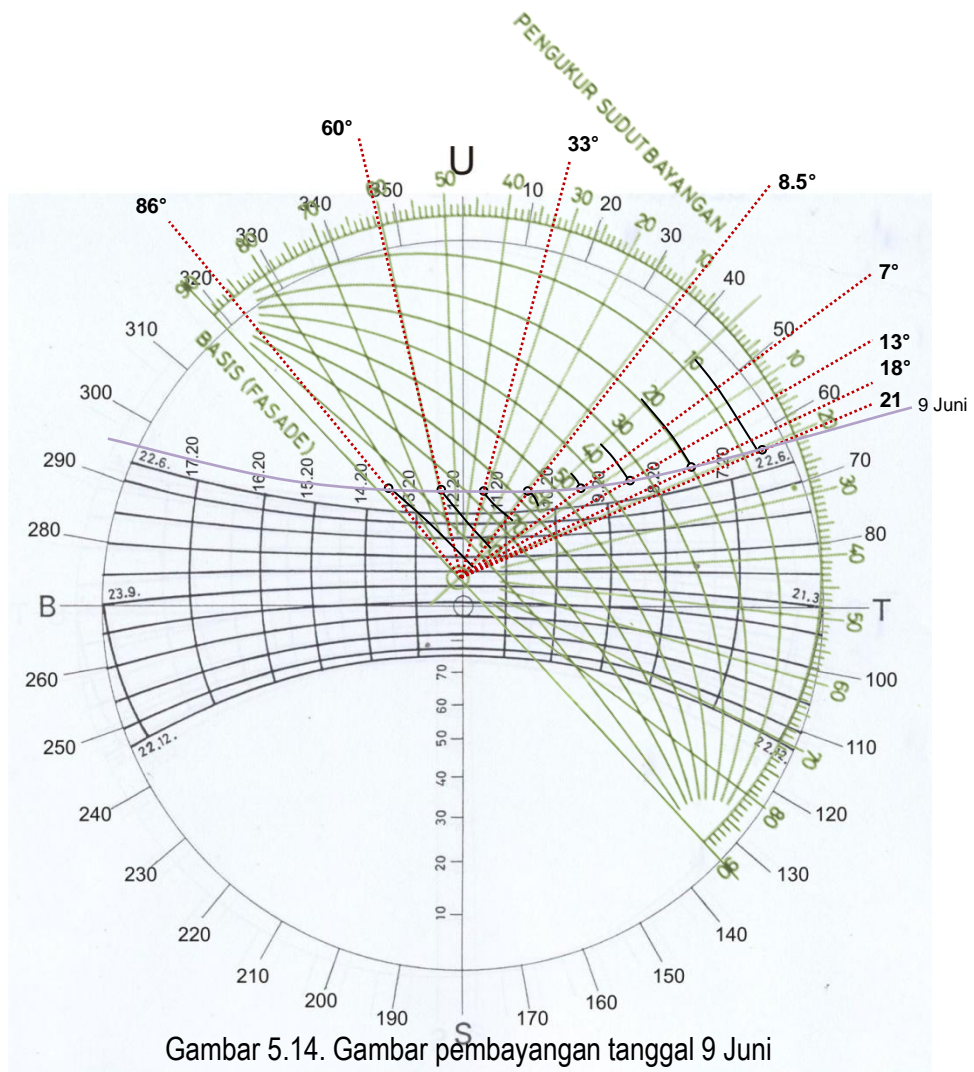
Tabel 5.6: Pembayangan Bagian Timur laut (fasad depan bangunan)

Jam	3 April		Bayangan	
	Azimuth	Altitude	Vertikal	Horisontal
7.00	85	9	12	55
8.00	82	24	35	51
9.00	79	40	50	49
10.00	73	52	61	44
11.00	62	68	71	32
12.00	30	78	80	1
13.00	330	78	85	61
14.00	298	68	-	-
15.00	287	52	-	-
16.00	281	40	-	-
17.00	278	24	-	-
18.00	275	9	-	-

Melihat gambar 5.12, sudut bayangan vertikal (SBV) dan horizontal (SBH) yang terbentuk pada fasad rumah No. VH-20 (type 70) yang menghadap ke arah Timur Laut dengan NA 301°, adalah pada jam 7.00-13.00. Pembayangan yang terbentuk dapat dilihat di gambar 5.13, terlihat bahwa mulai jam 10.00 dengan SBV sebesar 61° dan SBH 44° permukaan fasad di ketinggian 160 cm sudah terbayangi, dan mulai jam 11.00 permukaan fasad depan bangunan sudah terbayangi seluruhnya. Pembayangan ini akan berpengaruh terhadap laju perubahan Temperatur efektif di dalam ruang, apabila ada pembayangan, bidang fasad akan lebih mampu menyimpan panas di dalam bidang fasad sebelum dilepaskan/dialirkan ke suhu yang lebih rendah.



Gambar 5.13. Gambar pembayangan Rumah No.VH-20, tanggal 3 April
 Sumber: Survey Lapangan, 2012



Tabel 5.7: Pembayangan Bagian Timur Laut (fasad depan bangunan)

Jam	9 Juni		Bayingan	
	Azimuth	Altitude	Vertikal	Horisontal
7.00	67	8	8	21
8.00	65	19	20	18
9.00	60	32	34	13
10.00	54	48	45	7
11.00	39	59	57	8.5
12.00	15	63	67	33
13.00	346	63	78	60
14.00	320	59	85	86
15.00	307	48	-	-
16.00	299	32	-	-
17.00	295	19	-	-
18.00	293	8	-	-

Melihat gambar 5.14, sudut bayangan vertikal (SBV) dan horizontal (SBH) yang terbentuk pada fasad rumah No. I-1 (type 50) pada tanggal 9 Juni yang menghadap ke arah Timur Laut dengan NA 301° , adalah pada jam 7.00-14.00. SBV yang terbentuk setiap jam semakin besar, sehingga pada jam 12.00 dengan SBV sebesar 67 dan SBH 33, permukaan fasad di ketinggian 160cm sudah terbayangi. Pembayangan ini akan berpengaruh terhadap laju perubahan Temperatur efektif di dalam ruang, apabila ada pembayangan, bidang fasad akan lebih mampu menyimpan panas di dalam bidang fasad sebelum dilepaskan/dialirkan ke suhu yang lebih rendah.



Gambar 5.15. Gambar pembayangan Rumah No.I-1, tanggal 9 Juni
 Sumber: Survey Lapangan, 2012

5.1.3 Kesimpulan analisis pembayangan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis pembayangan antara lain:

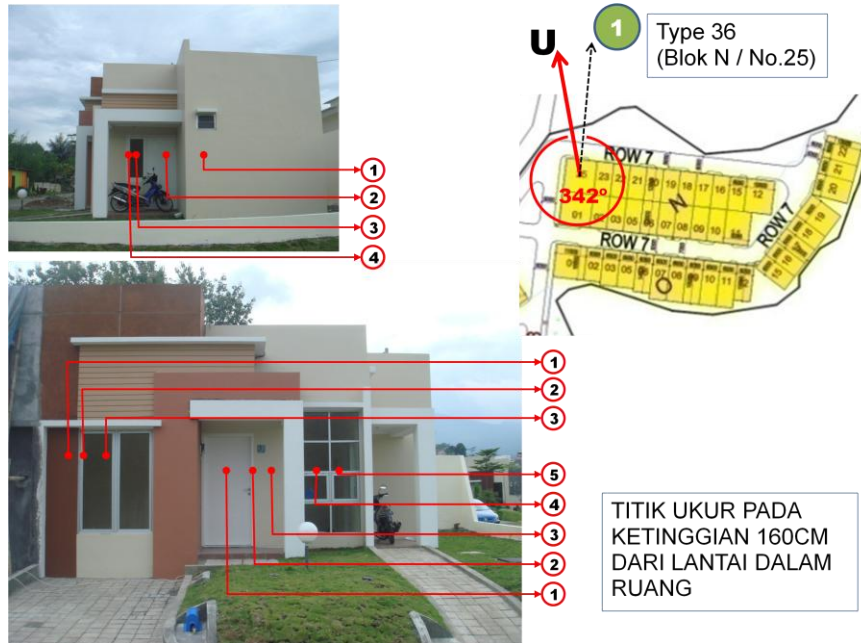
1. Dari hasil pengukuran posisi matahari menggunakan solar chart, diketahui bahwa pada tanggal 3 April besarnya azimuth dan altitude lebih tinggi dibandingkan tanggal 9 Juni.
2. Semakin kecil sudut bayangan vertikal maka luas permukaan yang terbayangi semakin sedikit, sehingga semakin besar peluang penyinaran langsung terhadap bidang fasad.
3. Peran bidang fasad sebagai kulit bangunan terhadap perubahan temperatur di dalam ruang dipengaruhi oleh pembayangan, tingkat radiasi matahari dan kemampuan bahan dalam mengalirkan panas. Semakin besar perbedaan suhu, akan semakin cepat perpindahan panas dari temperatur tinggi ke rendah.

5.2 Analisis Temperatur Permukaan

Temperatur permukaan diukur pada ketinggian 160 cm dari lantai ruang dalam, ditentukan dari asumsi rata-rata tinggi badan orang Indonesia. Pengukuran dilakukan pada permukaan luar dan permukaan dalam fasad pada setiap jenis material, seperti dinding, kaca, kusen kayu, kusen aluminium dan dilakukan setiap 1 jam sekali dari jam 7.00 sampai 18.00.

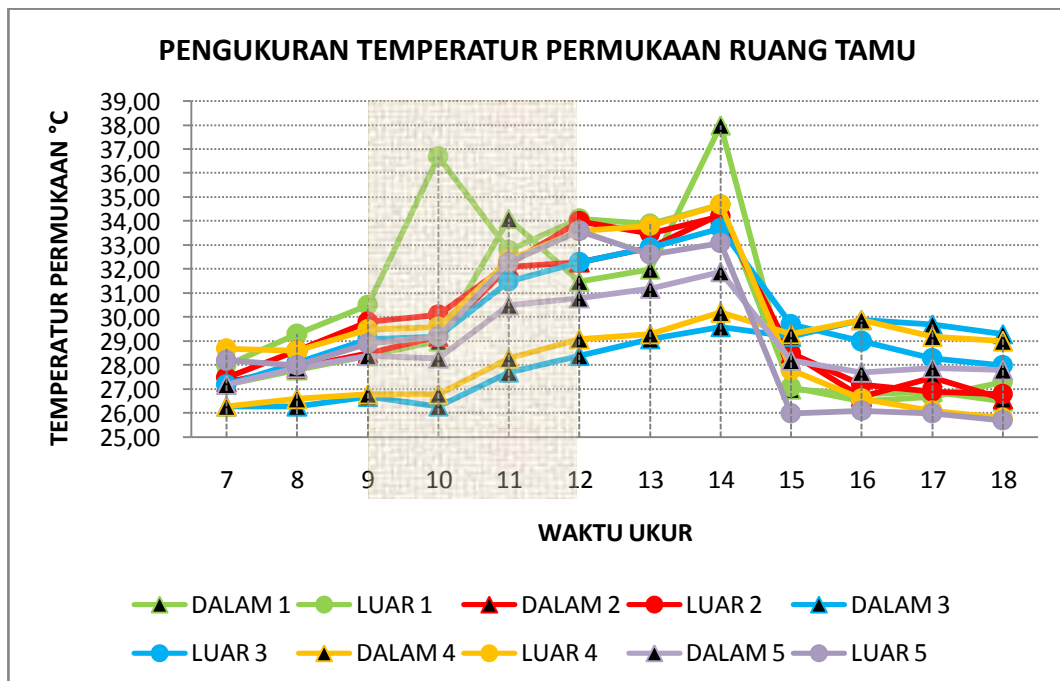
Analisis temperatur permukaan ini akan menjelaskan pengaruh bentuk/desain fasad terhadap kemampuan mengalirkan panas, menyimpan dan melepas panas. Proses pemanasan bangunan mempunyai sifat menyimpan sebelum disalurkan ke sisi bahan yang masih dingin, dengan demikian ada selang waktu (*time lag*) sebelum udara di sisi dingin bersuhu sama dengan udara di sisi bahan yang dipanasi. Indikator *time lag* adalah kenaikan temperatur permukaan dalam pada saat permukaan luar bidang fasad terkena sinar matahari langsung.

1. Rumah No. N-25 (Type 36) Orientasi Timur Laut (NA 342°), 3 April



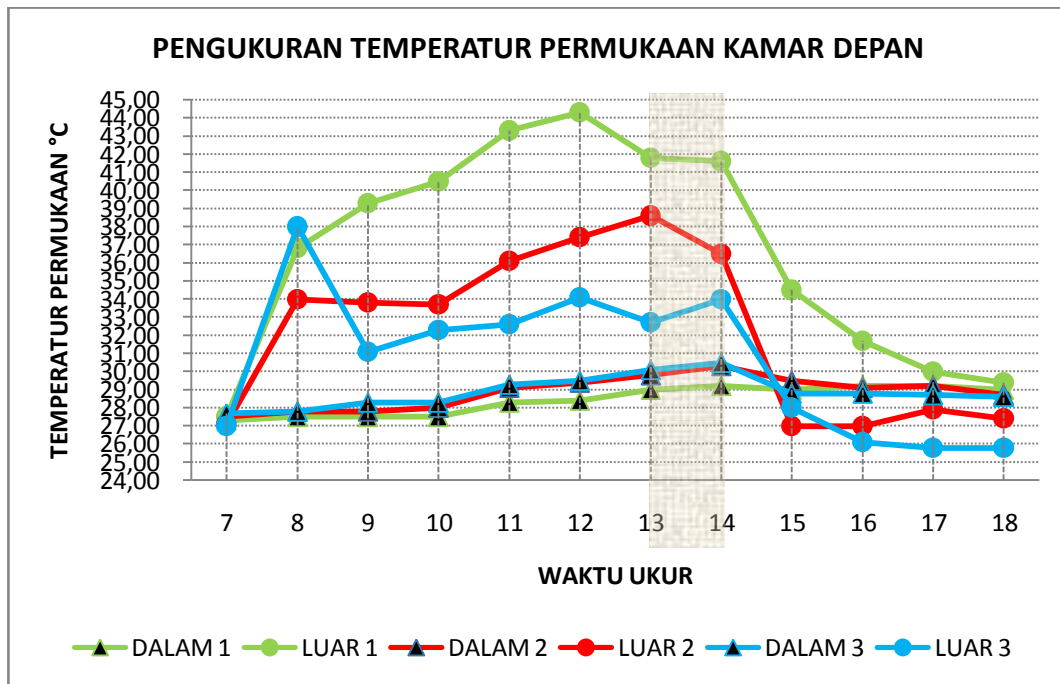
Gambar 5.16. Penentuan titik ukur rumah No. N-25 (type 36)

Sumber: Survey lapangan, 2012

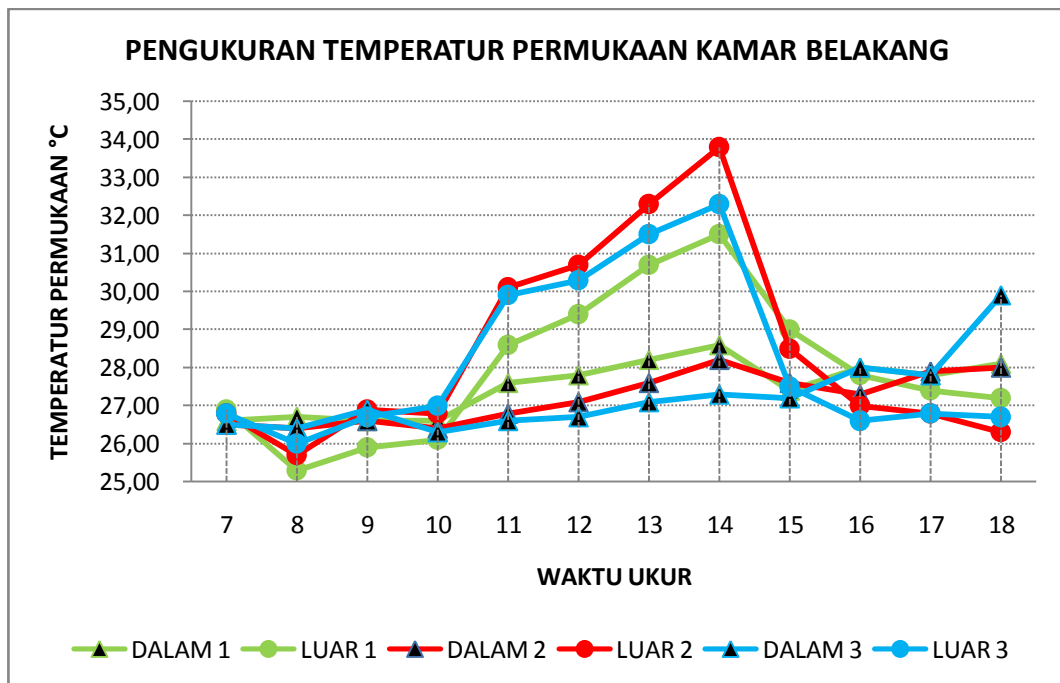


Gambar 5.17. Temperatur Permukaan Ruang Tamu Rumah No. N-25 (type 36)

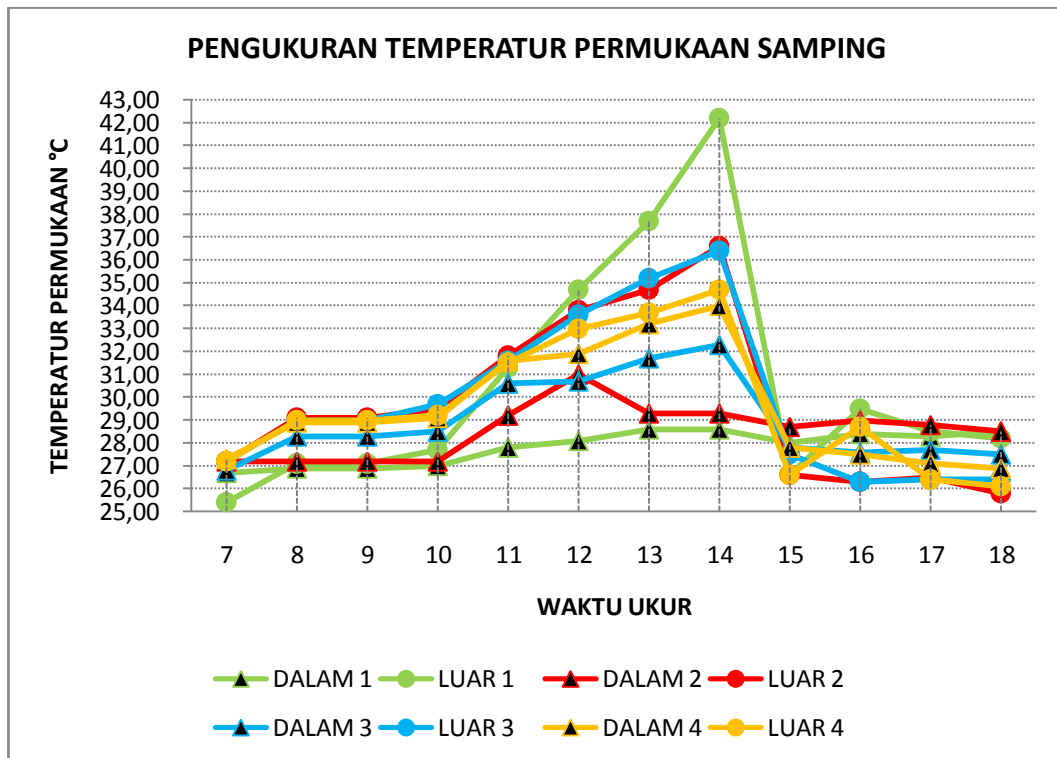
titik 1 (pintu kayu), titik 2 (kusen kayu), titik 3 (dinding), titik 4 (kusen aluminium), titik 5 (kaca)



Gambar 5.18. Temperatur Permukaan Kamar Depan Rumah No. N-25 (type 36) titik 1 (dinding), titik 2(kusen aluminium), titik 3 (kaca)



Gambar 5.19. Temperatur Permukaan Kamar Belakang Rumah No. N-25 (type 36) titik 1 (dinding), titik 2(kusen aluminium), titik 3 (kaca)



Gambar 5.20. Temperatur Permukaan Samping Rumah No. N-25 (type 36) titik 1 (dinding), titik 2(pintu kayu), titik 3 (kaca), titik 4 (kusen kayu)

Pada gambar 5.17 di ruang tamu dilakukan pada titik 1 (pintu kayu), titik 2 (kusen kayu), titik 3 (dinding), titik 4 (kusen aluminium), titik 5 (kaca) menunjukkan pada jam 7.00-14.00 nilainya lebih besar di luar daripada di dalam, tetapi setelah jam 15.00 saat cuaca hujan menjadi lebih panas di dalam hingga jam 18.00. Pada fasad ruang tamu mulai jam 9.00 sudah terbayangi, sehingga meskipun permukaan di luar terus meningkat tajam, temperatur permukaan di dalam cenderung stabil.

Pada gambar 5.18 di kamar depan pada titik 1 (dinding), titik 2(kusen aluminium), titik 3 (kaca) bagian luar menunjukkan kenaikan tajam dari jam 7.00 sebesar 27.5°C, 27.1°C, 27.0°C menjadi 36.8°C,

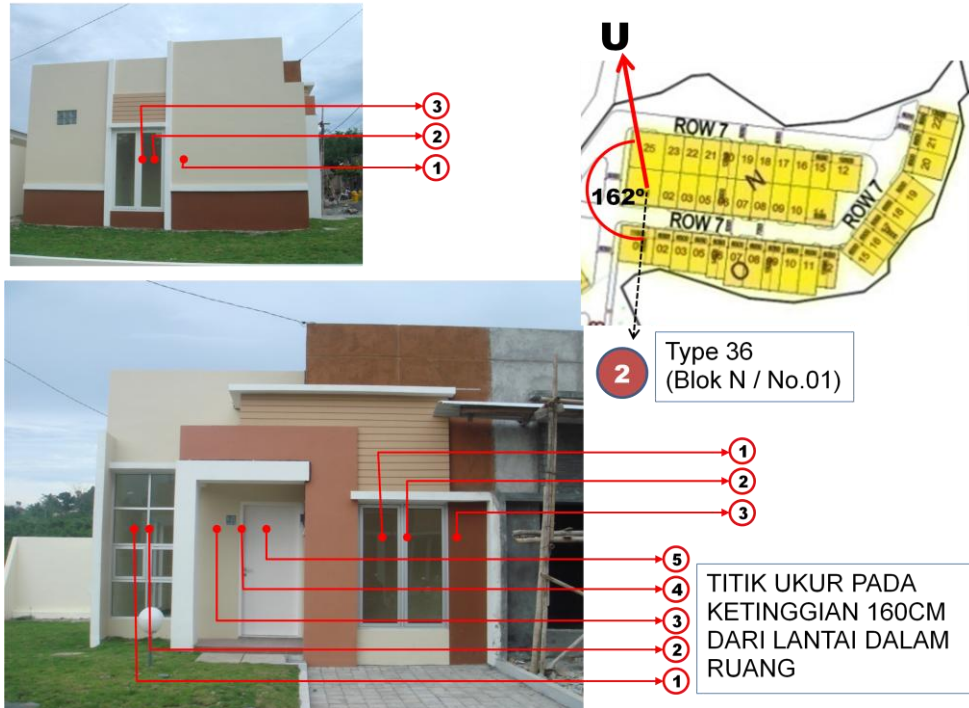
34.0°C, 38.0°C pada jam 8.00, sedangkan temperatur permukaan di dalam hanya menunjukkan kenaikan sedikit yaitu dari sebesar 27.3°C, 27.5°C, 27.0°C pada jam jam 7.00 menjadi sebesar 27.5°C, 27.8°C, 27.8°C. Pada permukaan dinding, di luar dari jam 7.00-18.00 di luar lebih panas daripada di dalam, sedangkan pada kusen alumunium dan kaca temperatur permukaan mulai jam 7.00-14.00 lebih panas di luar, lalu mulai jam 15.00-18.00 lebih panas di dalam.

Pada gambar 5.19 di kamar belakang pada titik 1 (dinding), titik 2(kusen aluminium), titik 3 (kaca) dari jam 7.00-10.00 menunjukkan nilai yang cenderung sama diluar dan bagian dalam. Kemudian mulai jam 10.00-15.00 temperatur permukaan di dalam hanya menunjukkan kenaikan sedikit di saat suhu permukaan di luar terus meningkat tajam. Pada saat cuaca hujan jam 15.00 - 18.00, suhu permukaan di dalam dan di luar kembali menunjukkan nilai suhu yang cenderung sama.

Pada gambar 5.20 titik 1 (dinding), titik 2(pintu kayu), titik 3 (kaca), titik 4 (kusen kayu) laju perubahan temperatur permukaannya cenderung sama dengan kamar belakang.

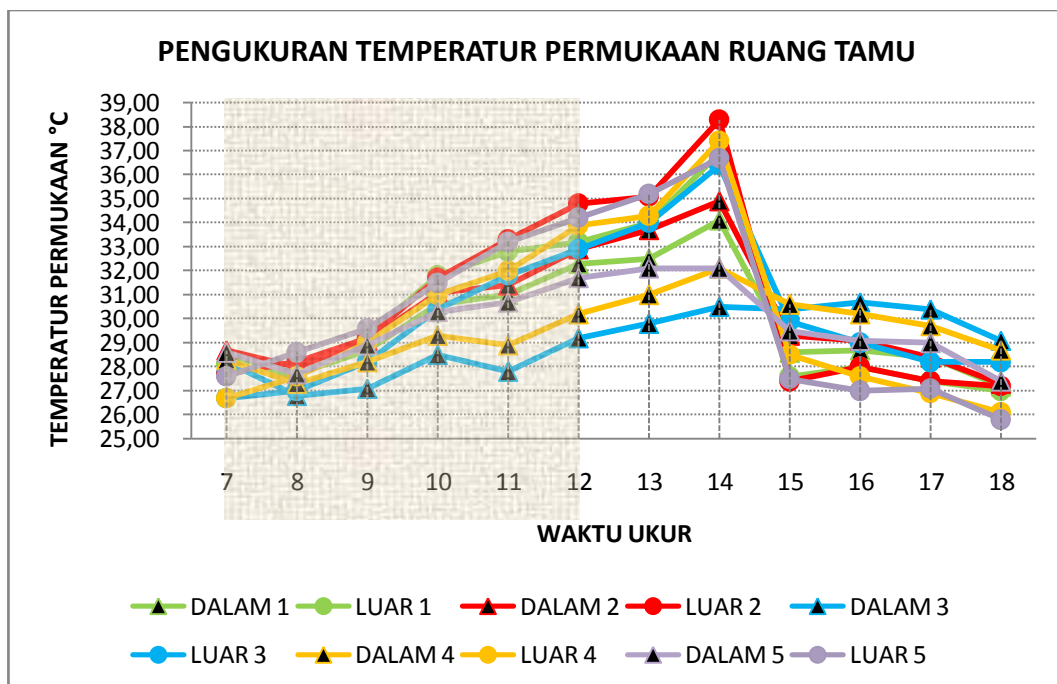
Analisa: Fasad rumah no. N-25 mampu mempertahankan nilai Temperatur permukaan dalam sehingga hanya mengalami perubahan sedikit, tidak mengikuti perubahan temperatur permukaan luar yang meningkat tajam, karena fasad sudah mulai terbayangi pada jam 9.00 (ruang tamu) dan jam 13.00 (kamar depan).

2. Rumah No. N-1 (Type 36) Orientasi Barat Daya (NA 162°), 3 April



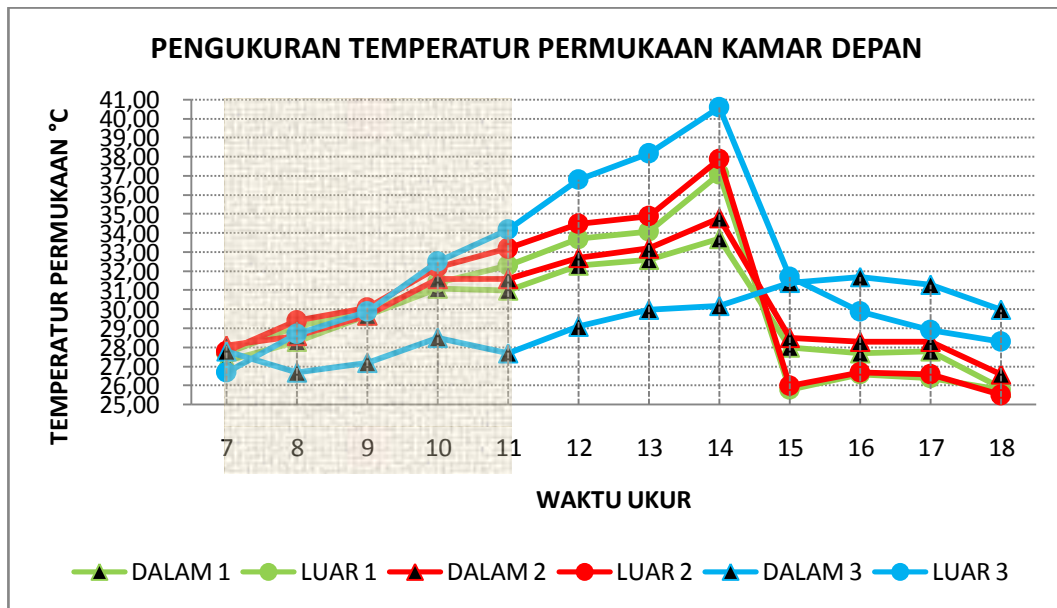
Gambar 5.21. Penentuan Titik Ukur Rumah No. N-1 (type 36)

Sumber: Survey lapangan, 2012

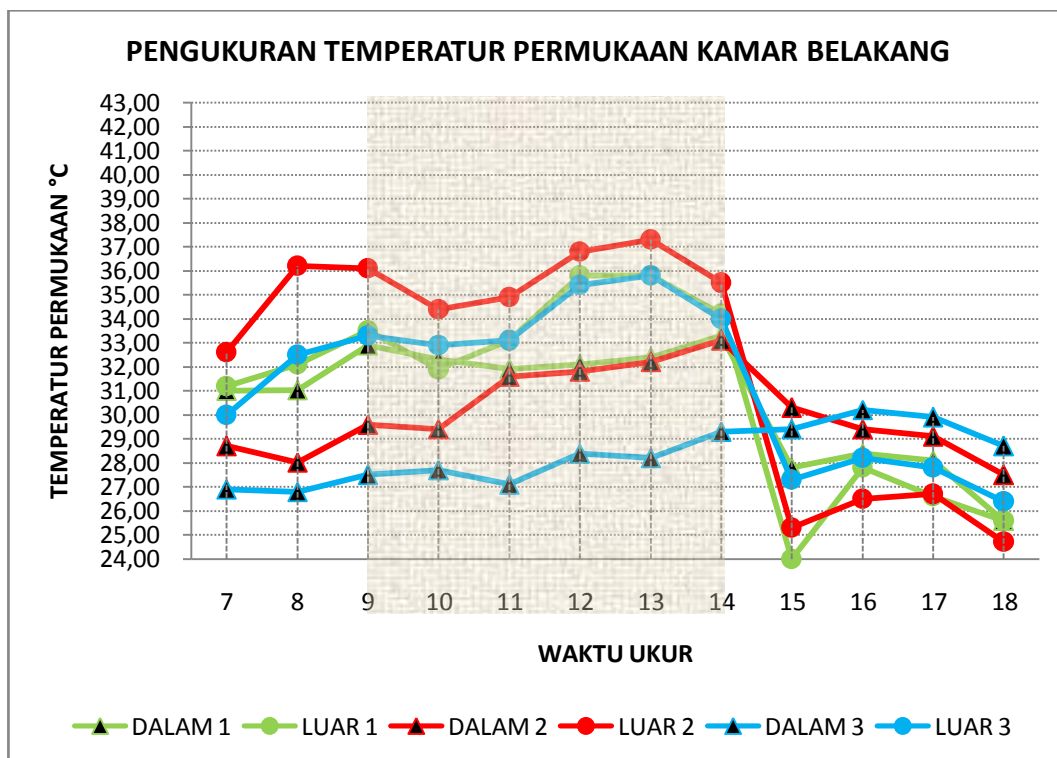


Gambar 5.22. Temperatur Permukaan Ruang Tamu Rumah No. N-1 (type 36)

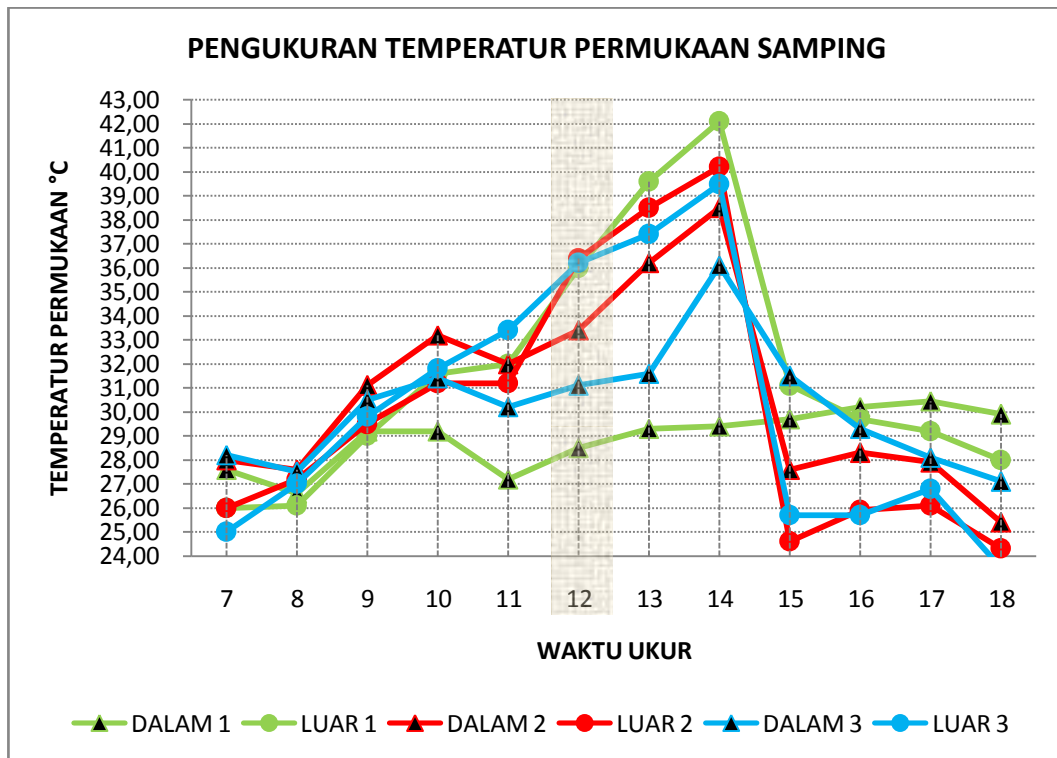
titik 1 (kaca), titik 2 (kusen aluminium), titik 3 (dinding), titik 4 (kusen kayu), titik 5 (pintu kayu)



Gambar 5.23. Temperatur Permukaan Kamar Depan Rumah No. N-1 (type 36) titik 1 (dinding), titik 2(kusen aluminium), titik 3 (kaca)



Gambar 5.24. Temperatur Permukaan Kamar Belakang Rumah No. N-1 (type 36) titik 1 (dinding), titik 2(kusen aluminium), titik 3 (kaca)



Gambar 5.25. Temperatur Permukaan Samping Rumah No. N-1 (type 36) titik 1 (dinding), titik 2(kaca), titik 3 (kusen aluminium)

Pada gambar 5.22 di ruang tamu jam 7.00 temperatur efektif di titik 1 (kaca), titik 2 (kusen aluminium), titik 3 (dinding), titik 4 (kusen kayu), titik 5 (pintu kayu) cenderung sama di luar dan bagian dalam, kemudian sama-sama berangsur naik dan lebih panas di luar, tetapi saat jam 15.00 saat cuaca hujan, temperatur permukaan luar turun tajam, bagian dalam menjadi lebih panas sampai jam 18.00. Fasad Ruang tamu mulai terkena sinar jam 13.00-15.00.

Pada gambar 5.23 di kamar depan temperatur permukaan di titik 1 (dinding), titik 2(kusen aluminium), titik 3 (kaca) jam 7.00-11.00 saat fasad terbayangi nilanya di dalam dan luar cenderung sama. Pada jam 13.00

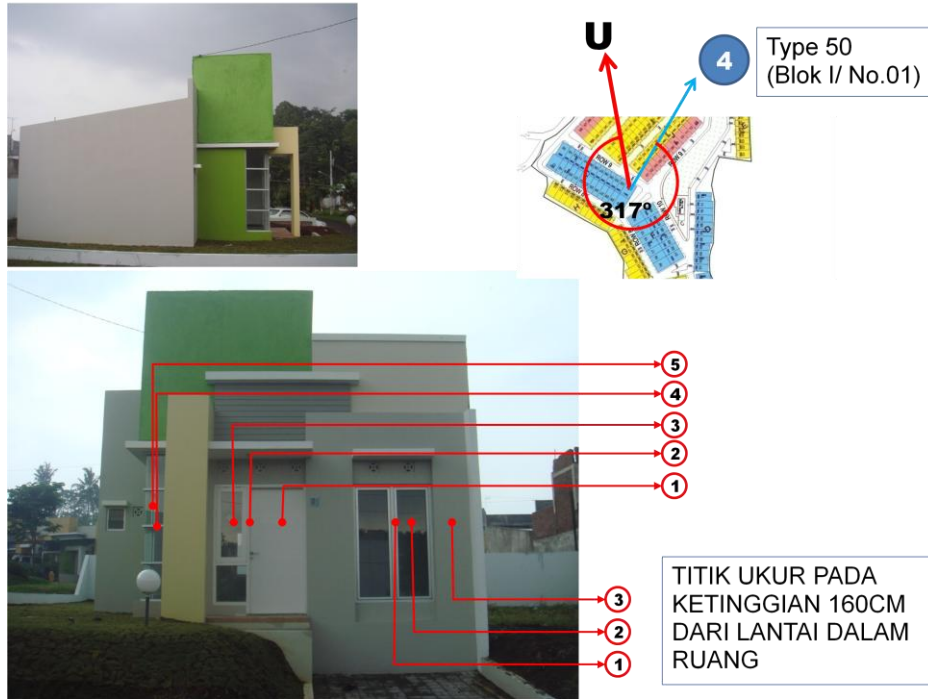
saat mulai terkena sinar langsung hingga jam 15.00 bagian dalam lebih dingin. Kemudian saat hujan jam 15.00-18.00 permukaan dalam lebih panas.

Pada gambar 5.24 di kamar belakang temperatur permukaan di titik 1 (dinding), titik 2(kusen aluminium), titik 3 (kaca), dari jam 7.00-14.00 di dalam jauh lebih dingin dari permukaan luar, tetapi saat jam 15.00 di dalam menjadi lebih panas.

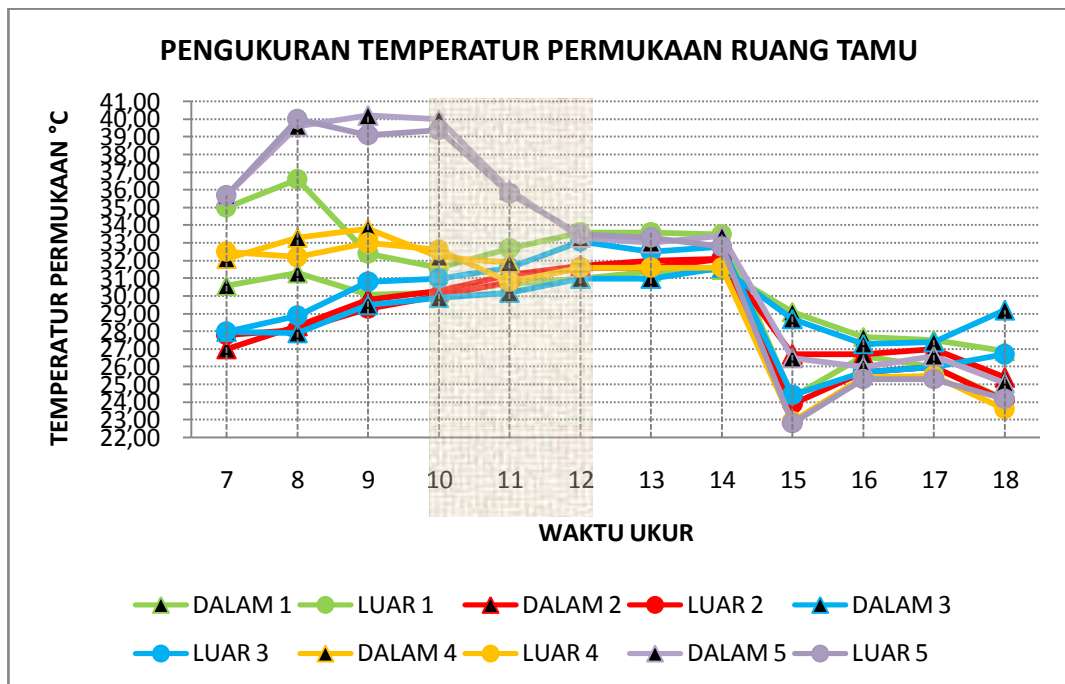
Pada gambar 5.25 di samping temperatur permukaan di titik 1 (dinding), titik 2(kaca), titik 3 (kusen aluminium) jam 7.00-10.00 di dalam cenderung sama dan sedikit lebih panas. Pada jam 10.00-14.00 permukaan di luar lebih panas, tetapi setelah jam 15.00-18.00 di luar lebih dingin.

Analisa: Pada rumah no.N-01 menerima sinar matahari langsung baru pada siang hari, sehingga pada pagi hari temperatur di luar dan dalam cenderung sama, tetapi saat terkena sinar matahari langsung, bidang fasad menerima panas yang lebih tinggi di luar, sehingga perlu waktu untuk menyalurkan panas ke dalam.

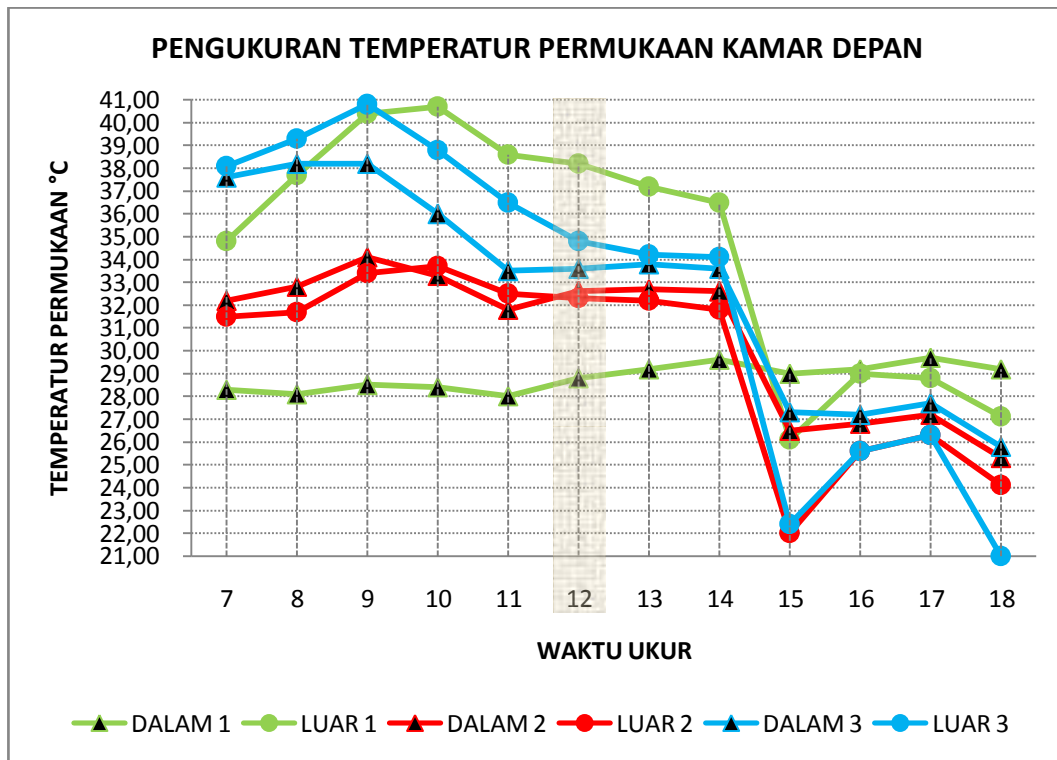
3. Rumah No. I-1 (Type 50) Orientasi Timur Laut (NA 317°), 3 April



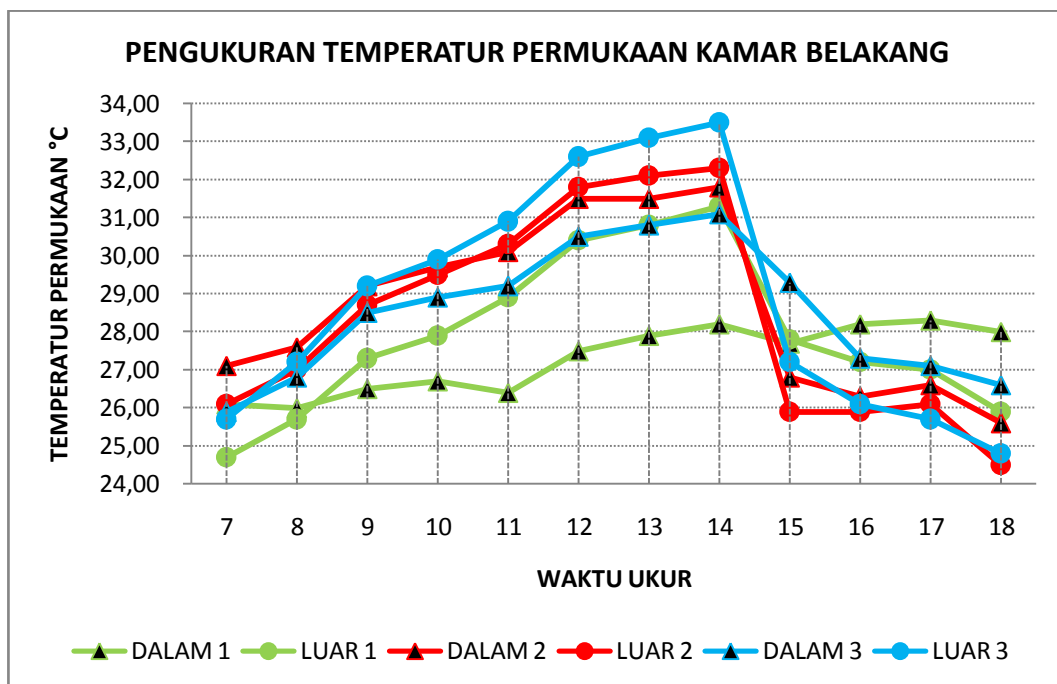
Gambar 5.26. Penentuan Titik Ukur Rumah No. I-1 (type 50)
Sumber: Survey Lapangan, 2012



Gambar 5.27. Temperatur Permukaan Ruang Tamu Rumah No. I-1 (type 50)
titik 1 (pintu kayu), titik 2 (kusen kayu), titik 3 (kaca), titik 4 (kusen aluminium), titik 5 (kaca)



Gambar 5.28. Temperatur Permukaan Kamar Depan Rumah No. I-1 (type 50) titik 1 (kusen aluminium), titik 2(kaca), titik 3 (dinding)



Gambar 5.29 Temperatur Permukaan Kamar Belakang Rumah No. I-1 (type 50) titik 1 (kusen aluminium), titik 2(kaca), titik 3 (dinding)

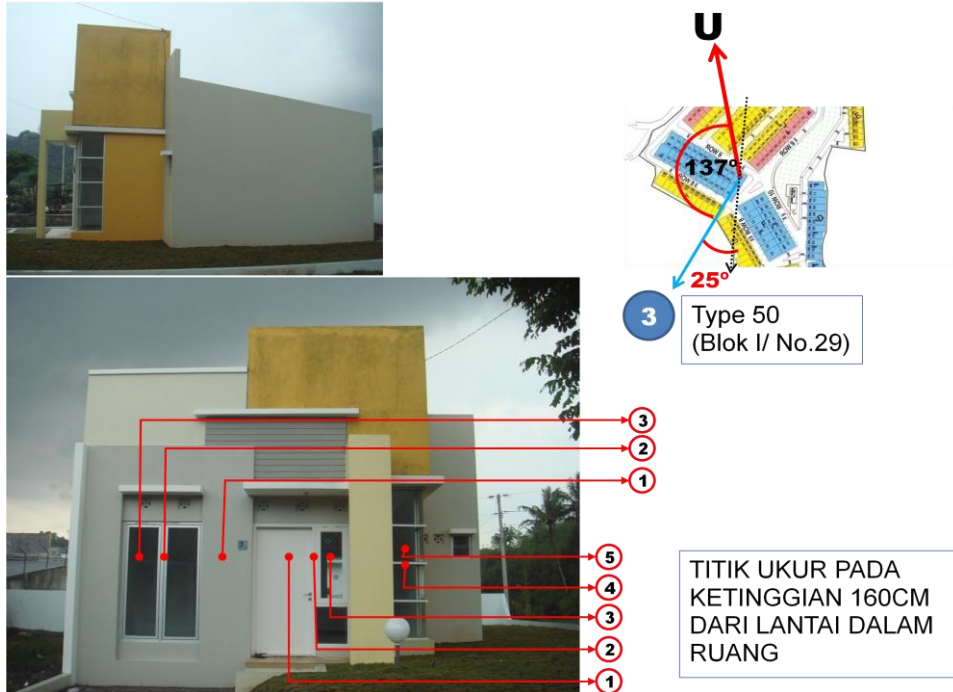
Pada gambar 5.27 di ruang tamu temperatur permukaan di titik 1 (pintu kayu), titik 2 (kusen kayu), titik 3 (kaca), titik 4 (kusen alumunium), titik 5 (kaca) pada jam 7.00-14.00 nilainya cenderung sama di luar dan dalam. Sedangkan jam 15.00-18.00 saat cuaca hujan, temperatur permukaan luar lebih dingin.

Pada gambar 5.28 di kamar depan di titik 1 (kusen alumunium), titik 2(kaca) perbedaan temperatur permukaan dalam dan luar tidak terlalu besar, sedangkan di titik 3 (dinding) terlihat perbedaan yang cukup besar karena di dalam tetap stabil (kenaikan penurunan suhu sedikit).

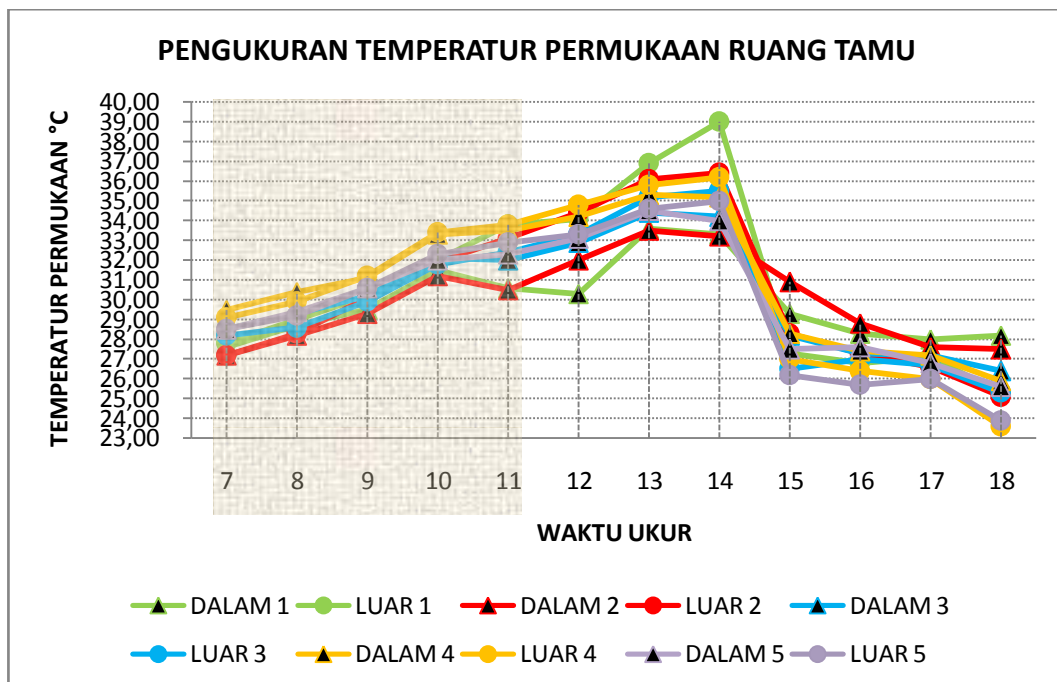
Pada gambar 5.29 di kamar belakang temperatur permukaan di titik 1 (kusen alumunium), titik 2(kaca), titik 3 (dinding) pada jam 7.00-8.00 nilainya cenderung sama di luar dan dalam. Pada jam 9.00-14.00 lebih dingin di dalam. Tetapi jam 15.00-18.00 saat cuaca hujan di dalam menjadi lebih panas.

Analisa: Rumah No. I-1 menghadap ke Timur Laut sehingga pada jam 7.00 sudh terkena sinar matahari langsung. Saat terkena bayangan temperatur permukaan di luar dan dalam cenderung sama.

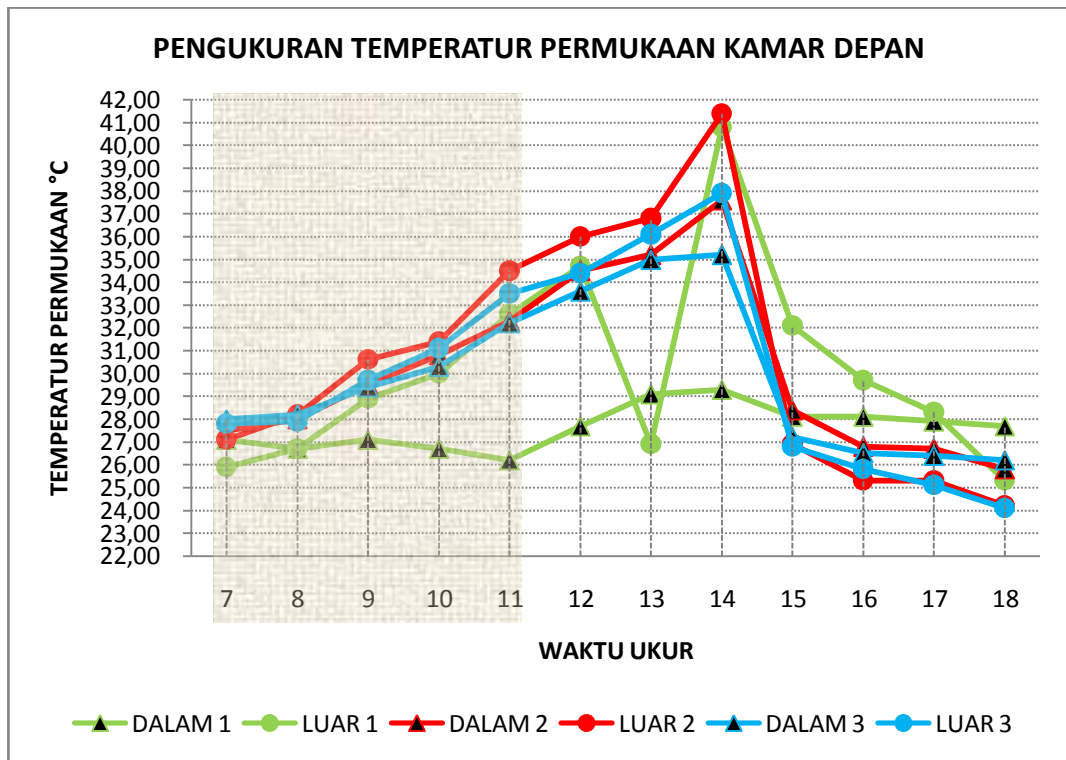
4. Rumah No. I-29 (Type 50) Orientasi Barat Daya (NA 137°), 3 April



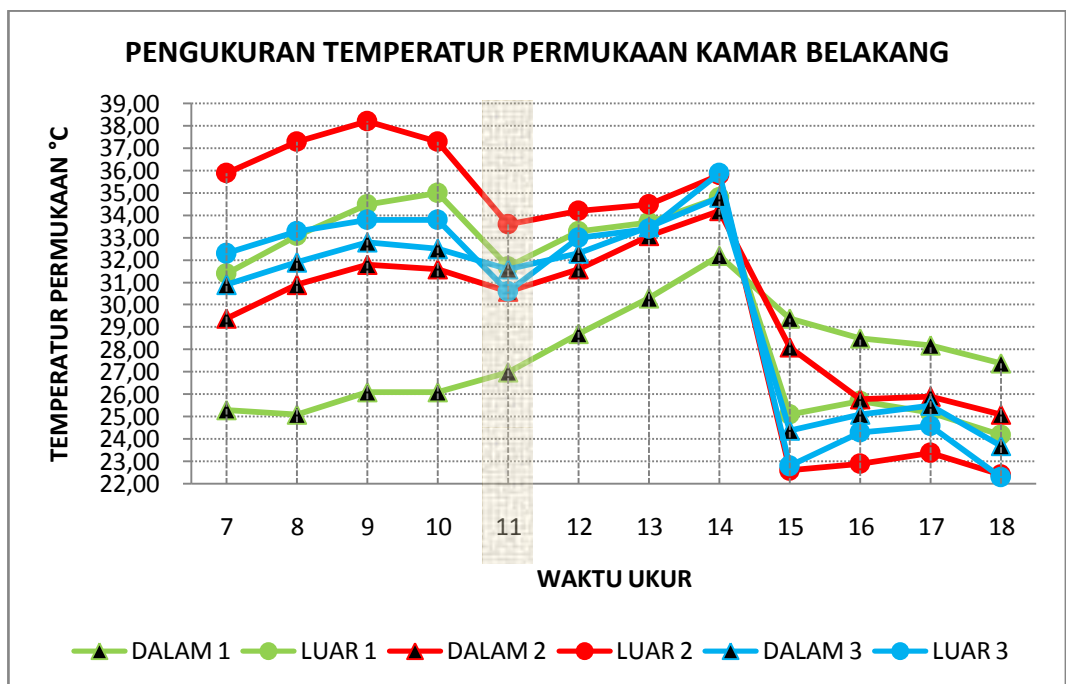
Gambar 5.30. Penentuan Titik UKur Rumah No. I-29 (type 50)
 Sumber: Survey lapangan, 2012



Gambar 5.31 Temperatur Permukaan Ruang Tamu Rumah No. I-29 (type 50)
 titik 1 (pintu kayu), titik 2 (kusen kayu), titik 3 (kaca), titik 4 (kusen aluminium), titik 5 (kaca)



Gambar 5.32. Temperatur Permukaan Kamar Depan Rumah No. I-29 (type 50) titik 1 (dinding), titik 2(kusen alumunium), titik 3 (kaca)



Gambar 5.33. Temperatur Permukaan Kamar Belakang Rumah No. I-29 (type 50) titik 1 (dinding), titik 2(kusen alumunium), titik 3 (kaca)

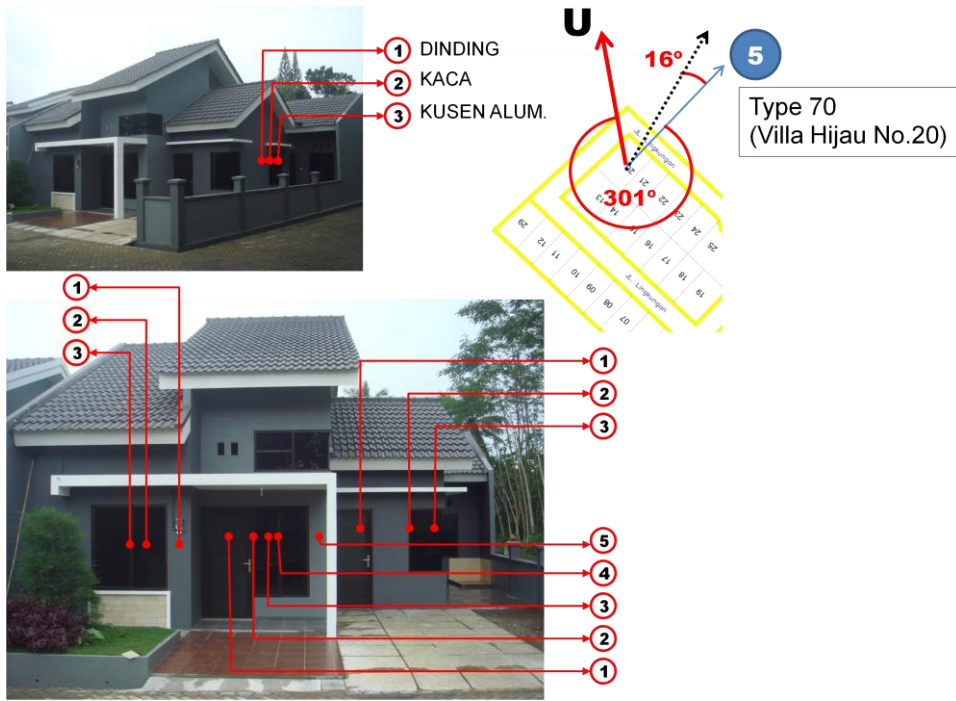
Pada gambar 5.31 di ruang tamu temperatur permukaan di titik 1 (pintu kayu), titik 2 (kusen kayu), titik 3 (kaca), titik 4 (aluminium), titik 5 (kaca) pada jam 7.00-11.00 saat fasad terbayangi menunjukkan nilai yang cenderung sama di luar dan dalam, saat tidak terbayangi pada jam 12.00-14.00 lebih dingin di dalam. Pada jam 15.00 saat cuaca hujan sampai jam 18.00 lebih panas di bagian dalam.

Pada gambar 5.32 di kamar depan temperatur permukaan di titik 1 (dinding), titik 2(kusen aluminium), titik 3 (kaca) jam 7.00-8.00 cenderung sama di luar dan bagian dalam. Pada jam 9.00-14.00 bagian dalam lebih dingin, dan pada jam 15.00-18.00 bagian dalam lebih panas. Perbedaan suhu permukaan dalam dan luar tidak terlalu tinggi pada kaca dan kusen aluminium, tetapi pada dinding terlihat perbedaan yang cukup besar.

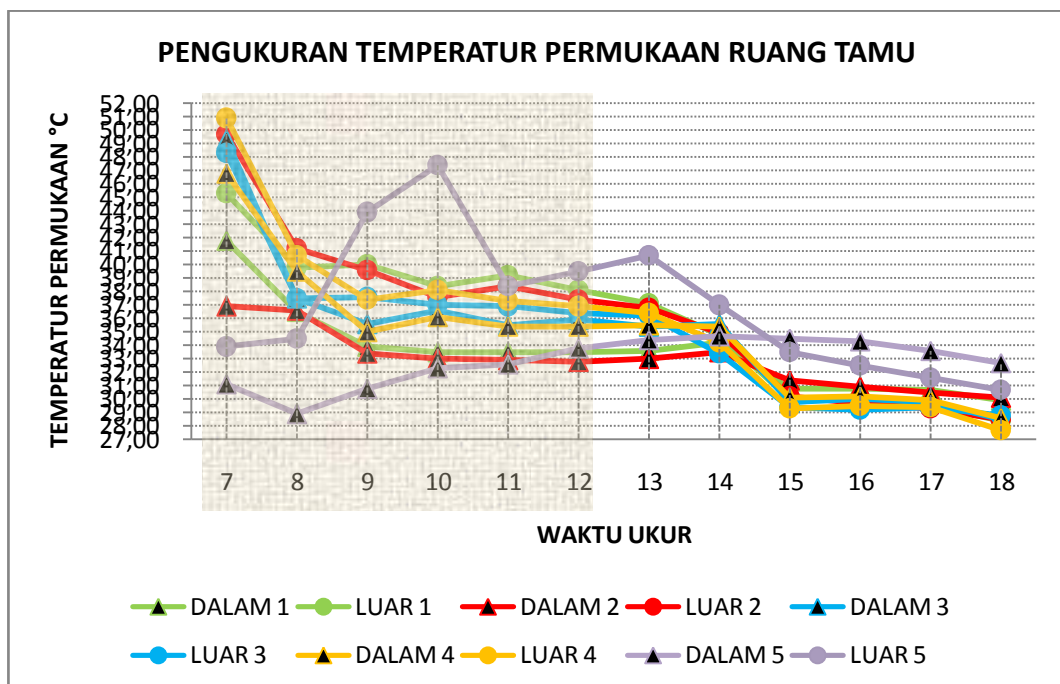
Pada gambar 5.33 di kamar belakang temperatur permukaan di titik 1 (dinding), titik 2(kusen aluminium), titik 3 (kaca) terlihat rentang perbedaan yang cukup besar di luar dan bagian dalam. Pada jam 7.00-14.00 lebih dingin di dalam, dan jam 15.00-18.00 lebih dingin di luar.

Analisa: Rumah no. I-29 menghadap ke arah barat daya sehingga sinar matahari langsung baru diterima oleh fasad siang hari. Sehingga pada pagi hari rentang perbedaan temperatur permukaan di dalam dan di luar tidak terlalu besar dan cenderung sama.

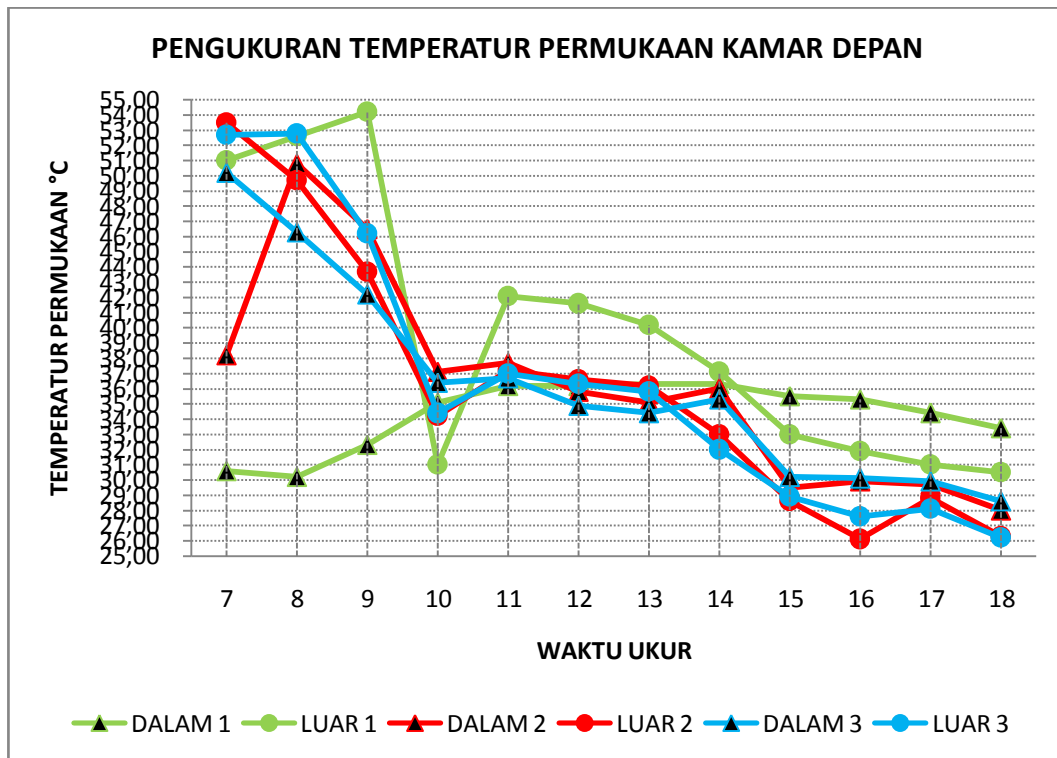
5. Rumah No. VH-20 (Type 70) Orientasi Timur Laut (NA 301°)



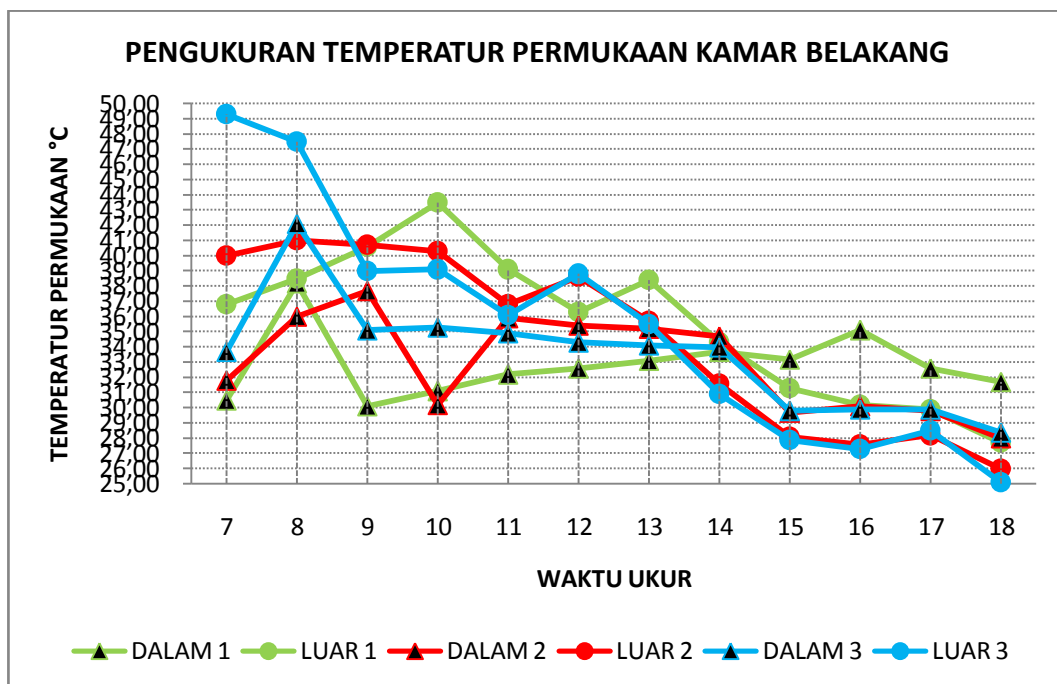
Gambar 5.34. Penentuan Titik Ukur Rumah No. VH-20 (type 70)
Sumber: Survey lapangan, 2012



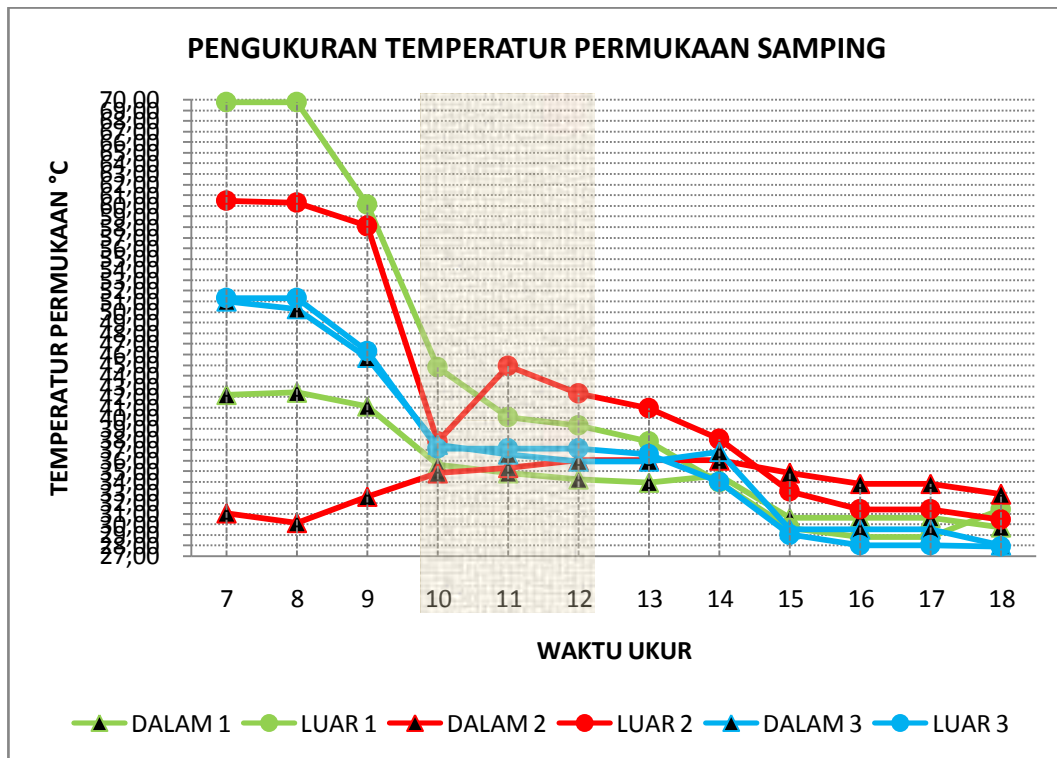
Gambar 5.35 Temperatur Permukaan Ruang Tamu Rumah No. VH-20 (type 70)
titik 1 (pintu kayu), titik 2 (kusen kayu), titik 3 (kaca), titik 4 (kusen aluminium), titik 5
(dinding)



Gambar 5.36. Temperatur Permukaan Kamar Depan Rumah No. VH-20 (type 70) titik 1 (dinding), titik 2(kaca), titik 3 (kusen aluminium)



Gambar 5.37. Temperatur Permukaan Kamar Belakang Rumah No. VH-20 (type 70) titik 1 (dinding), titik 2(kaca), titik 3 (kusen aluminium)



Gambar 5.38. Temperatur Permukaan Samping Rumah No. VH-20 (type 70) titik 1 (pintu kayu), titik 2(kusen alumunium), titik 3 (kaca)

Pada gambar 5.35 di ruang tamu temperatur permukaan di titik 1 (pintu kayu), titik 2 (kusen kayu), titik 3 (kaca), titik 4 (kusen alumunium), titik 5 (dinding) terbayangi pada jam 7.00-12.00 menunjukkan lebih dingin di dalam dengan dengan rentang perbedaan yang kecil. Pada jam 15.00 – 18.00 temperatur permukaan bagian dalam menjadi lebih panas karena di luar cuaca hujan, tetapi menunjukkan nilai yang cenderung sama.

Pada gambar 5.36 di kamar depan temperatur permukaan di titik 1 (dinding), titik 2(kaca), titik 3 (kusen aluminium) cenderung lebih dingin di bagian dalam pada jam 7.00-13.00, sedangkan jam 14.00-18.00 lebih dingin di luar.

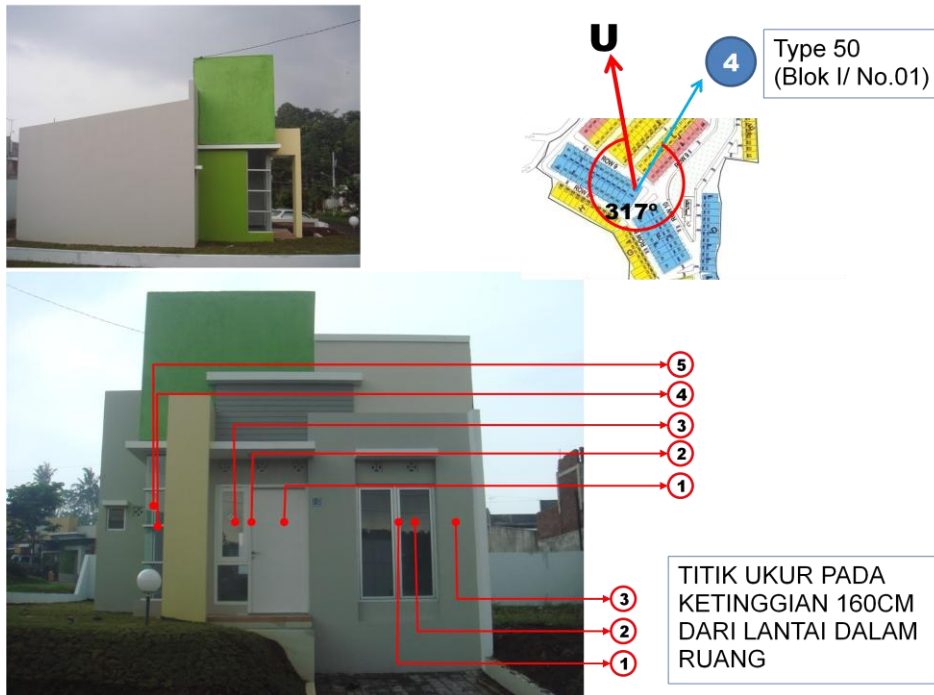
Pada gambar 5.37 di kamar belakang temperatur permukaan di titik 1 (dinding), titik 2(kaca), titik 3 (kusen aluminium) pada jam 7.00-13.00 lebih dingin di dalam, tetapi jam 14.00- 18.00 lebih panas bagian dalam dengan rentang perbedaan yang cukup besar.

Pada gambar 5.38 di samping temperatur permukaan di titik 1 (pintu kayu), titik 2(kusen aluminium), titik 3 (kaca) jam 7.00-9.00 perbedaannya cukup besar di luar dan bagian dalam. Pada jam 9.00 saat mulai terbayangi, perbedaannya tidak terlalu besar dan menunjukkan nilai lebih besar di luar. Pada jam 14,00-18.00 bagian dalam menjadi lebih panas.

Analisa: Pada saat terbayangi rentang perbedaan temperatur permukaan bagian luar dan dalam tidak terlalu besar, karena perbedaan panasnya tidak terlalu besar, sehingga permukaan fasad lebih cepat mengalirkan panas dari luar ke dalam.

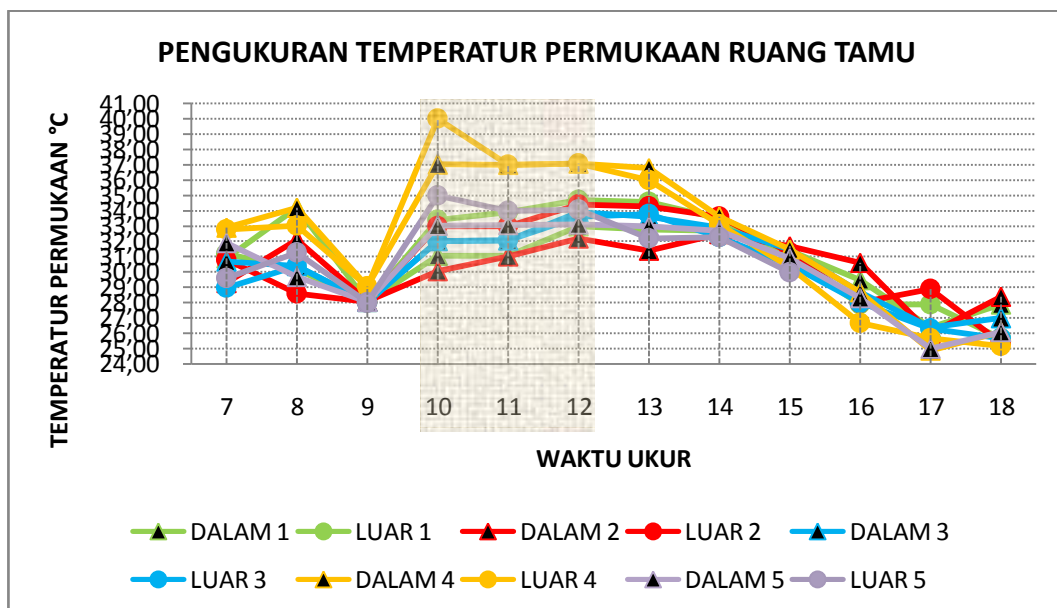
6. Pengukuran Tanggal 9 Juni 2012

Rumah No.I-1 (Type 50) Orientasi Timur Laut (NA 317°)



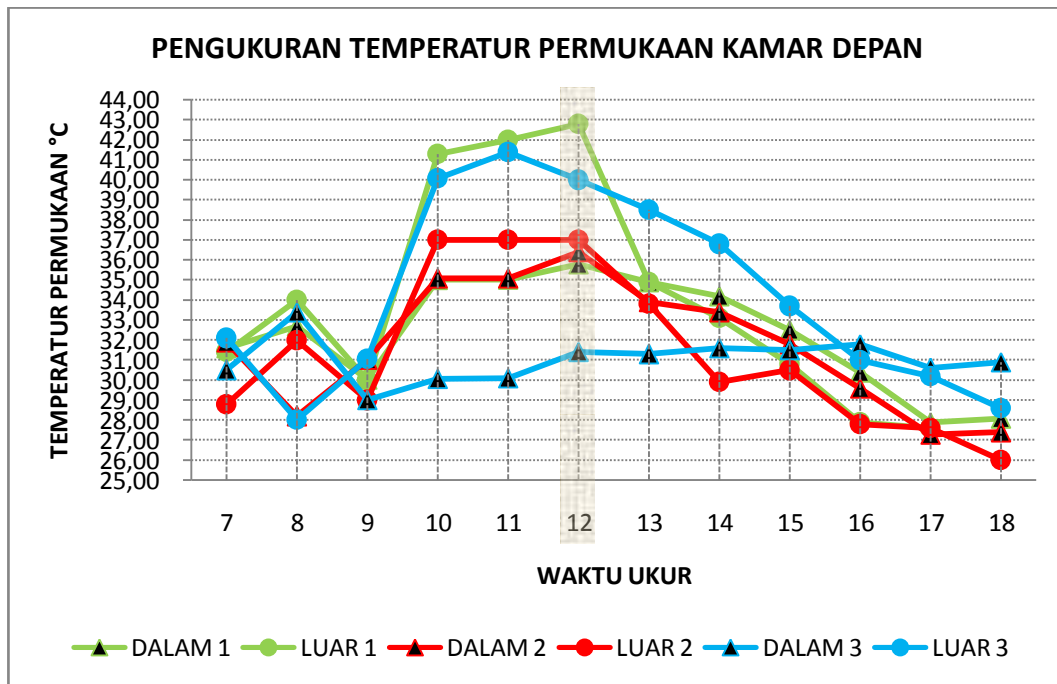
Gambar 5.39. Penelitian Titik Ukur Rumah No. I-1 (type 50)

Sumber: Survey Lapangan, 2012

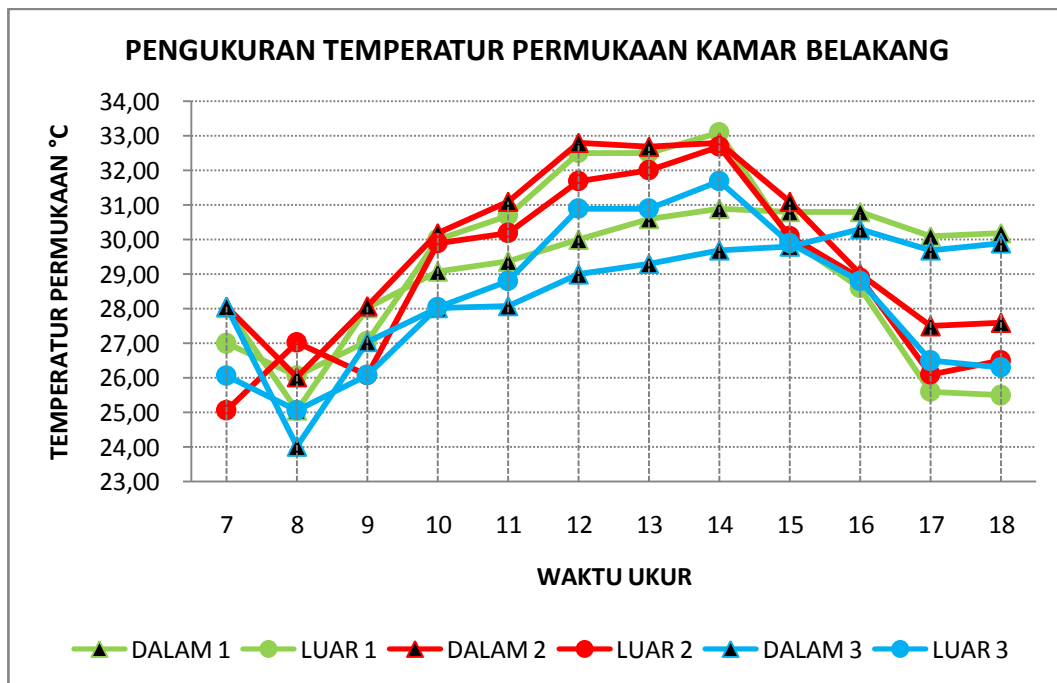


Gambar 5.40. Temperatur Permukaan Ruang Tamu Rumah No. I-1 (type 50)

titik 1 (pintu kayu), titik 2 (kusen kayu), titik 3 (kaca), titik 4 (kusen alumunium), titik 5 (kaca)



Gambar 5.41. Temperatur Permukaan Kamar Depan Rumah No. I-1 (type 50)



Gambar 5.42. Temperatur Permukaan Kamar Belakang Rumah No. I-1 (type 50)

Pada gambar 5.40 di ruang tamu temperatur permukaan di titik 1 (pintu kayu), titik 2 (kusen kayu), titik 3 (kaca), titik 4 (aluminium), titik 5 (kaca) rentang perbedaan di dalam dan bagian luar tidak terlalu besar, bagian dalam mulai lebih panas pada jam 14.00-18.00.

Pada gambar 5.41 di kamar depan temperatur permukaan di titik 1 (kusen aluminium), titik 2(kaca), titik 3 (dinding) pada jam 7.00-13.00 bagian dalam lebih dingin, tetapi mulai jam 14.00-18.00 bagian dalam lebih panas.

Pada gambar 5.42 di kamar belakang temperatur permukaan di titik 1 (kusen aluminium), titik 2(kaca), titik 3 (dinding) pada jam 7.00-10.00 dan jam 15.00-18.00 bagian dalam lebih panas dibandingkan bagian luar.

Analisa : Rumah No. I-1 menghadap ke Timur Laut sehingga pada jam 7.00 sudah terkena sinar matahari langsung. Saat terkena bayangan temperatur permukaan di luar dan dalam cenderung sama.





5.3 Analisis Temperatur Efektif dan kenyamanan Termal

Dari data temperatur / Suhu Kering (DBT) dan data kelembaban didapatkan suhu basah (WBT) menggunakan diagram psikometrik, kemudian didapatkan nilai Temperatur Efektif (TE) menggunakan diagram temperatur efektif.

Pengukuran suhu dan kelembaban diambil pada ketinggian 40 cm (orang duduk) dan 160 cm (orang berdiri). Grafik pengukuran ini disatukan antara temperatur efektif ruang dalam dan temperatur efektif luar supaya terlihat perbandingannya. Pengukuran temperatur efektif ruang dalam dilakukan pada 3 (tiga) ruang, yaitu ruang tamu, kamar depan dan kamar belakang. Untuk temperatur efektif di luar pengukuran dilakukan di teras, yang merupakan tempat di luar ruang dan tidak terkena sinar matahari langsung.

Analisis kenyamanan termal ini mengacu pada parameter Mom & Wiesborn serta Webb, yang menentukan angka kenyamanan berdasarkan Temperatur Efektif (TE) yang diperoleh dari Diagram Temperatur Efektif. TE didapatkan dari data pengukuran Suhu kering (DBT) dipadukan dengan Kelembaban relatif (RH) melalui diagram psikometrik sehingga diperoleh Temperatur basah (WBT) dengan asumsi udara tidak bergerak.

Penyajian analisisnya ditampilkan dalam bentuk tabel dan diberi warna untuk masing-masing zona kenyamanan. Berikut ini keterangan warna yang dipakai untuk menandai masing-masing zona:

	20.5°C - 22.8°C (TE)	: <i>sejuk-nyaman</i>
	22.8°C - 26°C (TE)	: <i>nyaman-optimal</i>
	26°C - 27.1°C (TE)	: <i>hangat-nyaman</i>
	>27.1°C (TE)	: <i>tidak nyaman</i>

Berdasarkan tabel tersebut akan diketahui kondisi kenyamanan termal di luar dan di dalam ruang pada ketinggian 40 cm (asumsi orang duduk / tidur di tempat tidur) dan ketinggian 160 cm (asumsi orang berdiri). Sehingga masing-masing rumah dengan desain modern, yang memiliki type dan orientasi yang berbeda akan menunjukkan tingkat kenyamanan yang berbeda-beda.

Hasil Pengukuran Hari Rabu, 3 April 2012

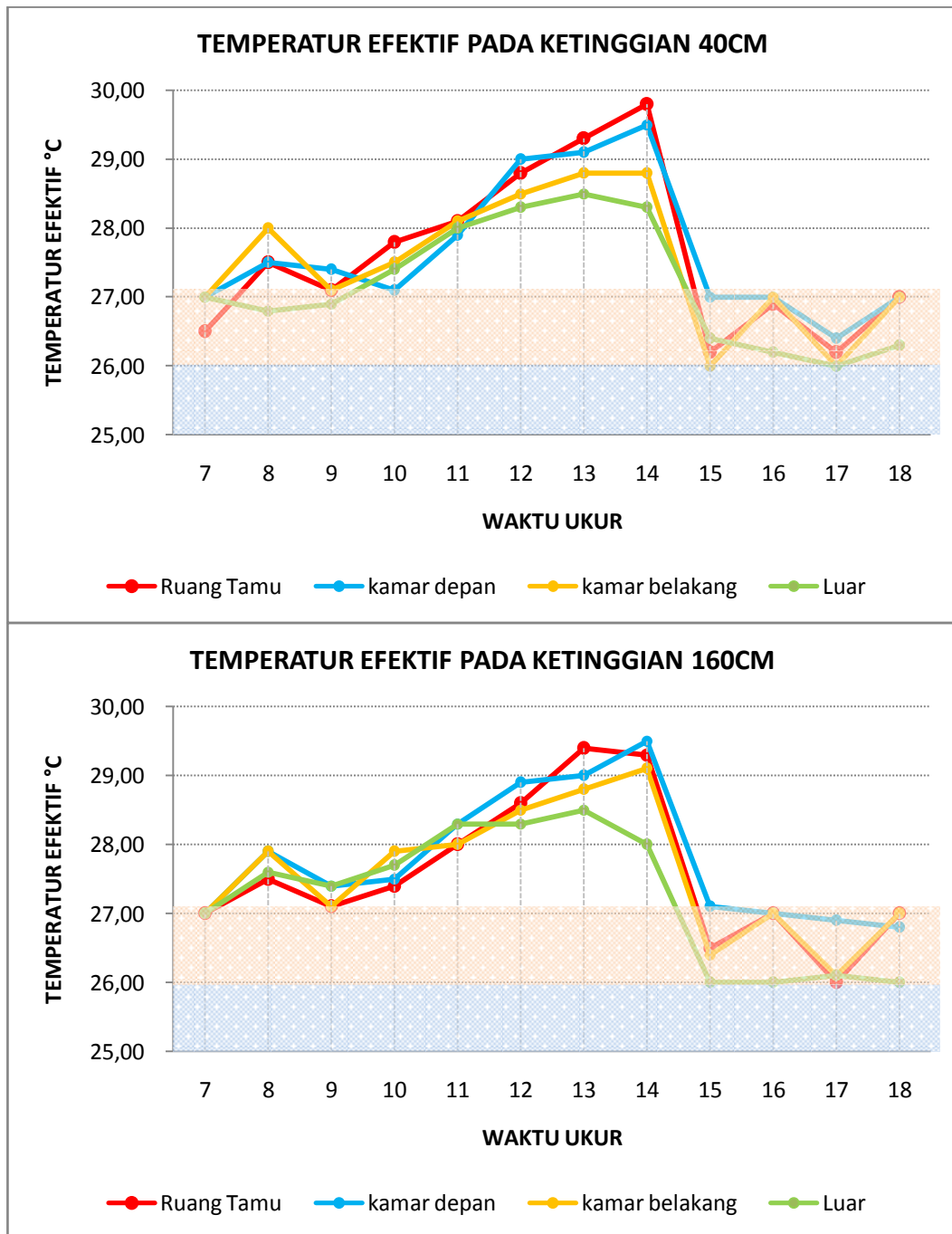
1. Rumah No. N-25 (Type 36) Orientasi Timur Laut (NA 342°)

Hasil pengukuran tanggal 3 April yang diperoleh (Gambar 5.43) adalah sebagai berikut: temperatur efektif pada ketinggian 40cm dan 160 cm menunjukkan trend yang sama, yaitu kurva parabola terbalik. Temperatur efektif di dalam ruang bermula dari 26.5°C - 27°C TE pada jam 7.00, naik sekitar 1°C TE pada jam 8.00, kemudian turun sedikit pada jam 9.00. Setelah itu terus naik hingga mencapai puncak pada jam 14.00 sebesar 28.8°C – 29.8°C TE. Pada jam 15.00 cuaca hujan, sehingga turun tajam hingga sebesar 26°C – 27.1°C. Pada jam 16.00 hujan sudah

berhenti, naik menjadi sebesar 27°C, turun lagi sekitar 1°C TE, kemudian kembali naik sebesar 1°C TE menjadi 27°C TE.

Temperatur efektif di luar pada jam 8.00 turun sedikit kemudian terus naik hingga mencapai puncak pada jam 13.00 sebesar 28.5°C TE, turun sedikit pada jam 14.00 sebesar 28.00°C - 28.30°C TE, kemudian turun tajam karena hujan pada jam 15.00. Pada grafik menunjukkan pada jam 7.00 – 11.00 TE di luar cenderung sama dengan TE di dalam ruang, kemudian mulai jam 11.00 - 18.00 terlihat lebih rendah daripada TE di dalam ruang.

Analisa: Pada gambar 5.43 terlihat bahwa saat TE di luar naik, TE di dalam ikut naik, hingga TE di luar mencapai puncak pada jam 13.00 sebesar 28.5°C TE. Pada jam 14.00 saat temperatur efektif di luar mulai menurun, TE di dalam ruang tetap mengalami kenaikan hingga mencapai puncak pada jam 14.00 sebesar 28.8°C – 29.8°C. Hal ini disebabkan panas di dalam ruang terperangkap di dalam karena tidak adanya ventilasi (lubang angin) pada desain fasad bangunan, sehingga tidak ada udara bergerak (angin) yang masuk ke dalam ruang. Pada jam 15.00 cuaca hujan, TE di luar turun tajam, sehingga diikuti penurunan TE di dalam ruang, tetapi nilainya lebih tinggi TE di dalam ruang daripada TE di luar. Hal ini bisa terjadi karena panas akan semakin cepat berpindah apabila perbedaan suhunya semakin besar.



Gambar 5.43. Temperatur efektif Rumah No. N-25 tanggal 3 April 2012

Tabel 5.8: TE di ketinggian 40 cm, Rumah No. N-25 (Type 36), 3 April

JAM	TEMPERATUR EFEKTIF				CUACA
	R.TAMU	KAMAR 1	KAMAR 2	LUAR	
7	26.50	27.00	27.00	27.00	CERAH
8	27.50	27.50	28.00	26.80	CERAH
9	27.10	27.40	27.10	26.90	CERAH
10	27.80	27.10	27.50	27.40	CERAH
11	28.10	27.90	28.10	28.00	CERAH
12	28.80	29.00	28.50	28.30	CERAH
13	29.30	29.10	28.80	28.50	CERAH
14	29.80	29.50	28.80	28.30	CERAH
15	26.20	27.00	26.00	26.40	HUJAN
16	26.90	27.00	27.00	26.20	MENDUNG
17	26.20	26.40	26.00	26.00	MENDUNG
18	27.00	27.00	27.00	26.30	HUJAN

Tabel 5.9: TE di ketinggian 160 cm, Rumah No. N-25 (Type 36), 3 April

JAM	TEMPERATUR EFEKTIF				CUACA
	R.TAMU	KAMAR 1	KAMAR 2	LUAR	
7	27.00	27.00	27.00	27.00	CERAH
8	27.50	27.90	27.90	27.60	CERAH
9	27.10	27.40	27.10	27.40	CERAH
10	27.40	27.50	27.90	27.70	CERAH
11	28.00	28.30	28.00	28.30	CERAH
12	28.60	28.90	28.50	28.30	CERAH
13	29.40	29.00	28.80	28.50	CERAH
14	29.30	29.50	29.10	28.00	CERAH
15	26.50	27.10	26.40	26.00	HUJAN
16	27.00	27.00	27.00	26.00	MENDUNG
17	26.00	26.90	26.10	26.10	MENDUNG
18	27.00	26.80	27.00	26.00	HUJAN

Melihat tabel 5.8, TE di ketinggian 40 cm, pada jam 7.00-9.00 temperatur efektif di luar berada pada zona *hangat-nyaman*, dan mulai

tidak nyaman setelah jam 10.00-14.00, sedangkan TE di dalam ruang mulai jam 8.00 sudah berada pada zona tidak nyaman, kecuali di ruang tamu dan kamar belakang pada jam 9.00, serta kamar depan pada jam 10.00 berada pada batas atas zona *hangat-nyaman*. Pada jam 15.00 cuaca hujan, sehingga TE di luar kembali pada zona *hangat-nyaman* dan sempat mencapai zona *nyaman-optimal* pada jam 17.00, pada saat itu TE di dalam ruang juga berada pada zona *hangat-nyaman* dan di kamar belakang pada jam 15.00 dan jam 17.00 bisa berada pada zona *nyaman-optimal*.

Melihat tabel 5.9, TE di ketinggian 160 cm pada jam 7.00 masih berada pada zona *hangat –nyaman* baik di luar maupun di dalam ruang. Pada jam 8.00-14.00 TE di luar dan di dalam ruang berada pada kondisi *tidak nyaman*, kecuali pada jam 9.00 TE di ruang tamu dan kamar belakang masih berada pada zona *hangat-nyaman*. Baru saat cuaca hujan pada jam 15.00, TE di luar berada pada kondisi *nyaman-optimal* hingga jam 17.00 naik sedikit menjadi *hangat-nyaman* dan turun lagi pada jam 18.00 menjadi *nyaman-optimal*. Pada saat itu kondisi TE di dalam ruang lebih panas dari TE di luar dan berada pada zona *hangat-nyaman*, kecuali pada jam 17.00 TE di ruang tamu bisa berada pada zona *nyaman-optimal*.

Analisa: besarnya TE di dalam ruang cenderung lebih tinggi dari TE di luar, ketika TE di luar mengalami kenaikan, TE di dalam juga ikut naik. Hal ini menunjukkan bahwa fasad bangunan tidak mampu menahan

panas yang masuk ke dalam ruang. Selain itu panas yang sudah berada di dalam ruang sulit untuk dipindahkan ke luar, karena terperangkap sebagai akibat dari tidak adanya lubang angin untuk sirkulasi udara, serta minimnya perlindungan terhadap sinar matahari sehingga radiasi matahari langsung mengenai bidang fasad. TE di dalam ruang bisa turun tajam saat cuaca hujan (jam 15.00) yaitu pada kondisi TE di luar mengalami penurunan tajam, hal ini disebabkan perbedaan suhu yang sangat besar bisa mempercepat perpindahan panas dari dalam ruang ke luar. Sesuai dengan prinsip perpindahan panas yang mengalir dari suhu tinggi ke rendah dan semakin besar perbedaannya maka akan semakin cepat laju perpindahannya.

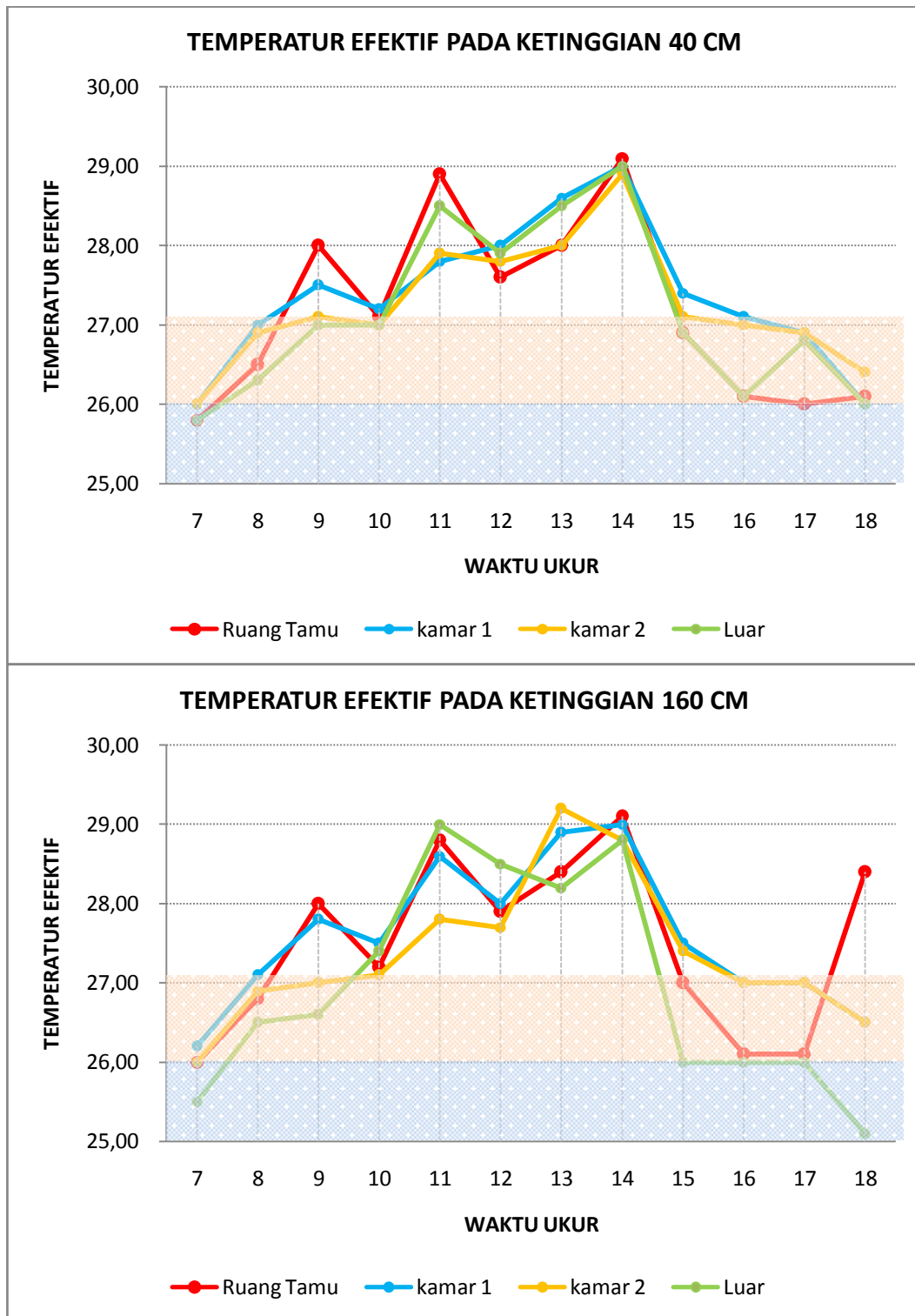
2. Rumah No. N-1 (Type 36) Orientasi Barat Daya (NA 162°)

Hasil pengukuran tanggal 3 April terhadap Rumah No. N-1 (Gambar 5.44) adalah sebagai berikut: Temperatur efektif pada ketinggian 40cm dan 160 cm menunjukkan trend yang sama, yaitu kurva yang fluktuatif. Temperatur efektif di dalam ruang bermula dari 25.8°C – 26.2°C TE pada jam 7.00, naik menjadi 27°C – 28°C TE pada jam 9.00, kemudian turun lagi menjadi 27°C – 27.5°C pada jam 10.00. Setelah itu jam 11.00 naik lagi menjadi 27.8°C – 28.9°C TE. Pada jam 12.00 turun lagi menjadi 27.6°C – 28°C TE. Kemudian naik hingga mencapai puncak pada jam 14.00 menjadi 28.8°C – 29.1°C TE. Setelah itu cuaca hujan, temperatur

efektif di dalam ruang terus turun hingga sebesar $26^{\circ}\text{C} - 26.5^{\circ}\text{C}$ TE pada jam 18.00, kecuali di ruang tamu mengalami kenaikan lagi pada jam 18.00 menjadi $26.1^{\circ}\text{C} - 28.4^{\circ}\text{C}$ TE.

Temperatur efektif di luar terus menunjukkan kenaikan dari jam 7.00 hingga jam 11.00, turun sedikit pada jam 12.00, kemudian naik hingga mencapai puncak pada jam 14.00. Setelah itu jam 15.00 turun tajam karena cuaca hujan. TE pada saat jam 7.00 - 10.00 cenderung lebih rendah daripada di dalam ruang. Kemudian jam 10.00 – 14.00 terlihat sama dan sedikit lebih tinggi. Dan pada jam 14.00 – 18.00 kembali lebih rendah daripada TE di dalam ruang.

Analisa: Orientasi rumah ini ke arah barat daya dan penelitian dilakukan pada tanggal 3 April, sehingga permukaan fasad terbayangi sepanjang hari, karena saat seharusnya mulai terkena sinar cuaca hujan. Semula laju perubahan TE di dalam ruang mengikuti perubahan TE di luar, tetapi pada saat TE di luar mencapai puncak pada jam 13.00, TE di dalam justru mencapai puncak pada jam 14.00. Hal ini disebabkan elemen fasad bangunan cenderung stabil menahan panas karena perbedaan suhu yang konstan, sehingga panas yang masuk ke dalam ruang sulit untuk dikeluarkan. Baru pada saat cuaca hujan pada jam 15.00, ada perbedaan suhu yang tinggi di luar dan di dalam, TE di dalam ruang dapat ikut turun tajam seperti TE di luar.



Gambar 5.44. Temperatur efektif Rumah No. N-1 tanggal 3 April 2012

Tabel 5.10: TE di ketinggian 40 cm, Rumah No. N-1 (Type 36), 3 April

JAM	TEMPERATUR EFEKTIF				CUACA
	R.TAMU	KAMAR 1	KAMAR 2	LUAR	
7	25.80	26.00	26.00	25.80	CERAH
8	26.50	27.00	26.90	26.30	CERAH
9	28.00	27.50	27.10	27.00	CERAH
10	27.10	27.20	27.00	27.00	CERAH
11	28.90	27.80	27.90	28.50	CERAH
12	27.60	28.00	27.80	27.90	CERAH
13	28.00	28.60	28.00	28.50	CERAH
14	29.10	29.00	28.90	29.00	CERAH
15	26.90	27.40	27.10	26.90	HUJAN
16	26.10	27.10	27.00	26.10	MENDUNG
17	26.00	26.90	26.90	26.80	MENDUNG
18	25.80	26.00	26.00	25.80	HUJAN

Tabel 5.11: TE di ketinggian 160 cm, Rumah No. N-1 (Type 36), 3 April

JAM	TEMPERATUR EFEKTIF				CUACA
	R.TAMU	KAMAR 1	KAMAR 2	LUAR	
7	26.00	26.20	26.00	25.50	CERAH
8	26.80	27.10	26.90	26.50	CERAH
9	28.00	27.80	27.00	26.60	CERAH
10	27.20	27.50	27.10	27.40	CERAH
11	28.80	28.60	27.80	29.00	CERAH
12	27.90	28.00	27.70	28.50	CERAH
13	28.40	28.90	29.20	28.20	CERAH
14	29.10	29.00	28.80	28.80	CERAH
15	27.00	27.50	27.40	26.00	HUJAN
16	26.10	27.00	27.00	26.00	MENDUNG
17	26.10	27.00	27.00	26.00	MENDUNG
18	26.40	26.50	26.50	25.10	HUJAN

Melihat tabel 5.10, pada jam 7.00 TE di luar dan di dalam ruang masih berada pada zona *nyaman-optimal*, tetapi pada pukul 8.00 saat TE di luar mulai masuk zona *hangat-nyaman*, TE di dalam ruang juga mengikuti, bahkan di ruang tamu pada jam 9.00 dan di kamar depan pada jam 9.00-10.00 sudah memasuki zona *tidak nyaman*. Pada pukul 11.00-14.00 suhu di luar memiliki kondisi *tidak-nyaman* hingga mencapai 29°C TE, begitu pula di dalam ruang, bahkan di ruang tamu sedikit lebih tinggi mencapai 29.1°C TE. Saat cuaca hujan (jam 15.00) TE di luar mulai turun menjadi kondisi *hangat-nyaman* hingga pada jam 18.00 berada pada kondisi *nyaman-optimal*. Begitu pula TE di dalam juga mengalami penurunan suhu dan berhasil mencapai kondisi *nyaman-optimal* pada jam 18.00, dan di ruang tamu lebih cepat yaitu pada jam 17.00 sudah bisa mencapai kondisi *nyaman-optimal*.

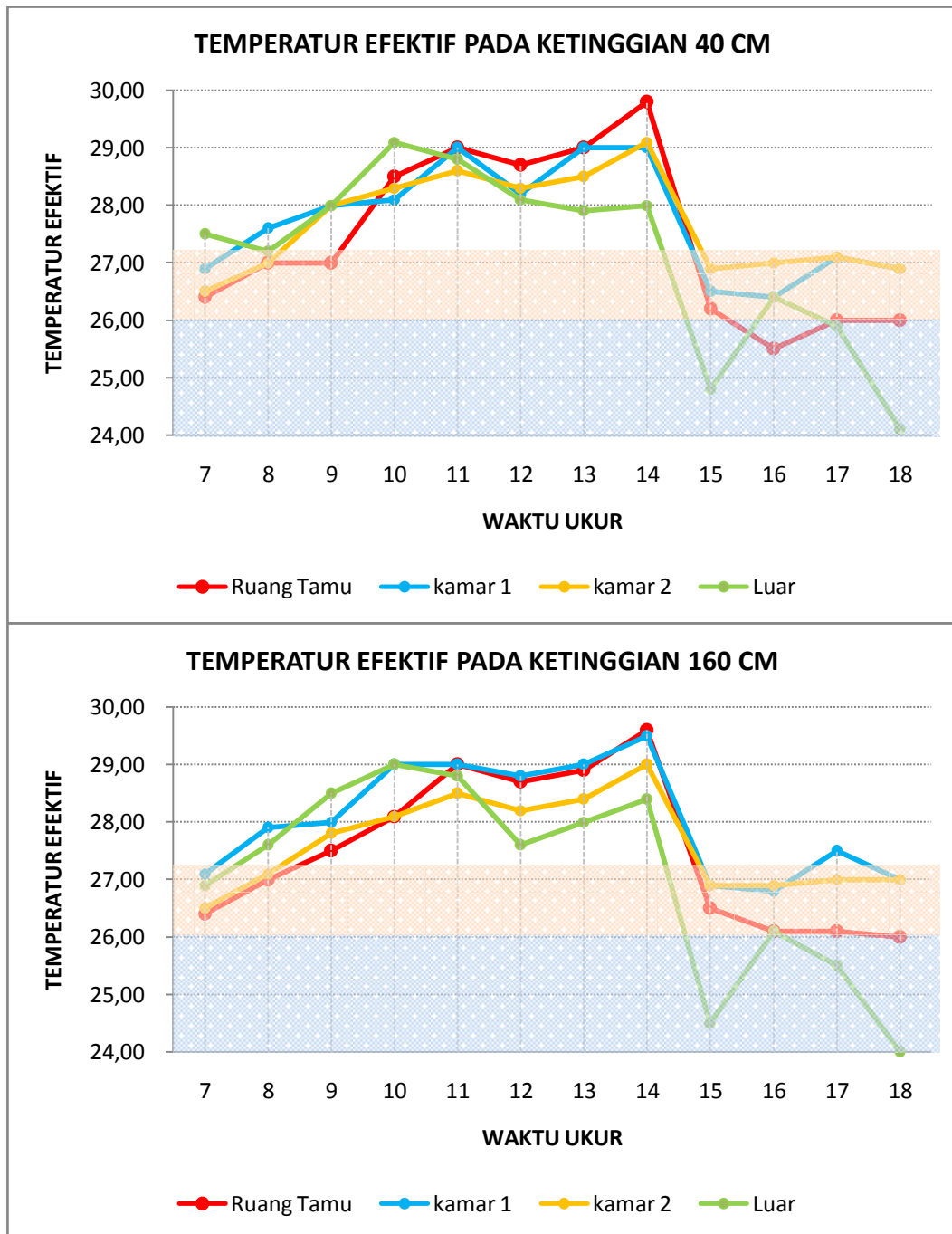
Melihat tabel 5.11, kondisi TE di ketinggian 160cm tidak jauh berbeda dengan TE di ketinggian 40 cm, hanya nilai TE di luar lebih rendah di ketinggian 160 cm. Tetapi kondisi kenyamanan di dalam ruang yang mencapai *nyaman-optimal* hanya pada jam 7.00 di ruang tamu dan kamar belakang.

Analisa: TE di dalam ruang cenderung lebih tinggi dari TE di luar. Pada saat TE di luar bisa mencapai kondisi *nyaman-optimal*, TE di dalam masih lebih tinggi dari itu. Pada fasad barat daya radiasi panas matahari terkena langsung di bidang fasad mulai siang hari, sehingga panasnya tertimbun dan terperangkap di dalam ruang.

3. Rumah No. I-1 (Type 50) Orientasi Timur Laut (NA 317°)

Pada Gambar 5.45 terlihat hasil pengukuran Temperatur efektif pada ketinggian 40cm dan 160 cm menunjukkan trend yang sama, yaitu kurva fluktuatif. Temperatur efektif di dalam ruang bermula dari 26.4°C – 27.1°C TE pada jam 7.00, kemudian terus naik hingga mencapai suhu 27.8°C – 29°C TE pada jam 11.00, turun sedikit pada jam 12.00 menjadi 27.7°C – 28.7°C TE, naik lagi hingga mencapai puncak pada jam 14.00 sebesar 29°C – 29.8°C TE. Pada jam 15.00 cuaca hujan, sehingga turun tajam hingga sebesar 26.2°C – 26.9°C TE. Setelah itu cenderung stabil berkisar pada temperatur 26°C – 27°C TE pada jam 18.00. Temperatur efektif di luar pada jam 7.00 – 11.00 cenderung sama dengan TE di dalam ruang, kemudian mulai jam 11.00 - 18.00 terlihat lebih rendah daripada TE di dalam ruang.

Analisa: Orientasi rumah No.I-1 menghadap ke timur laut, sehingga mulai jam 7.00 pagi fasad bangunan sudah terkena sinar matahari langsung sehingga TE di dalam mengikuti perubahan suhu di luar, perpindahan panasnya berlangsung cepat. Pada jam 11.00 saat sebagian besar permukaan fasad berangsur terbayangi hingga terbayangi keseluruhan, TE di dalam menjadi lebih besar dari TE di luar, karena bidang fasad menyimpan panas lebih lama. Tetapi saat cuaca hujan jam 15.00, perbedaan suhu yang besar membuat bidang fasad mampu mengalirkan panas lebih cepat.



Gambar 5.45. Temperatur efektif Rumah No. I-1 tanggal 3 April 2012

Tabel 5.12: TE di ketinggian 40 cm, Rumah No. I-1 (Type 50), 3 April

JAM	TEMPERATUR EFEKTIF				CUACA
	R.TAMU	KAMAR 1	KAMAR 2	LUAR	
7	26.40	26.90	26.50	27.50	CERAH
8	27.00	27.60	27.00	27.20	CERAH
9	27.00	28.00	28.00	28.00	CERAH
10	28.50	28.10	28.30	29.10	CERAH
11	29.00	29.00	28.60	28.80	CERAH
12	28.70	28.20	28.30	28.10	CERAH
13	29.00	29.00	28.50	27.90	CERAH
14	29.80	29.00	29.10	28.00	CERAH
15	26.20	26.50	26.90	24.80	HUJAN
16	25.50	26.40	27.00	26.40	MENDUNG
17	26.00	27.10	27.10	25.90	MENDUNG
18	26.00	26.90	26.90	24.10	HUJAN

Tabel 5.13: TE di ketinggian 160 cm, Rumah No. I-1 (Type 50), 3 April

JAM	TEMPERATUR EFEKTIF				CUACA
	R.TAMU	KAMAR 1	KAMAR 2	LUAR	
7	26.40	27.10	26.50	26.90	CERAH
8	27.00	27.90	27.10	27.60	CERAH
9	27.50	28.00	27.80	28.50	CERAH
10	28.10	29.00	28.10	29.00	CERAH
11	29.00	29.00	28.50	28.80	CERAH
12	28.70	28.80	28.20	27.60	CERAH
13	28.90	29.00	28.40	28.00	CERAH
14	29.60	29.50	29.00	28.40	CERAH
15	26.50	26.90	26.90	24.50	HUJAN
16	26.10	26.80	26.90	26.10	MENDUNG
17	26.10	27.50	27.00	25.50	MENDUNG
18	26.00	27.00	27.00	24.00	HUJAN

Melihat tabel 5.12, TE di luar pada ketinggian 40 cm mulai jam 7.00 hingga jam 14.00 berada pada zona *tidak nyaman*, sedangkan TE di dalam sebagian bisa berada lebih rendah suhunya yaitu kondisi *hangat-nyaman* pada jam 7.00-9.00. Saat cuaca hujan TE di luar berubah menjadi *nyaman-optimal*, sedangkan TE di dalam selain di ruang tamu malah lebih tinggi daripada TE di luar yaitu berada pada zona *hangat-nyaman*.

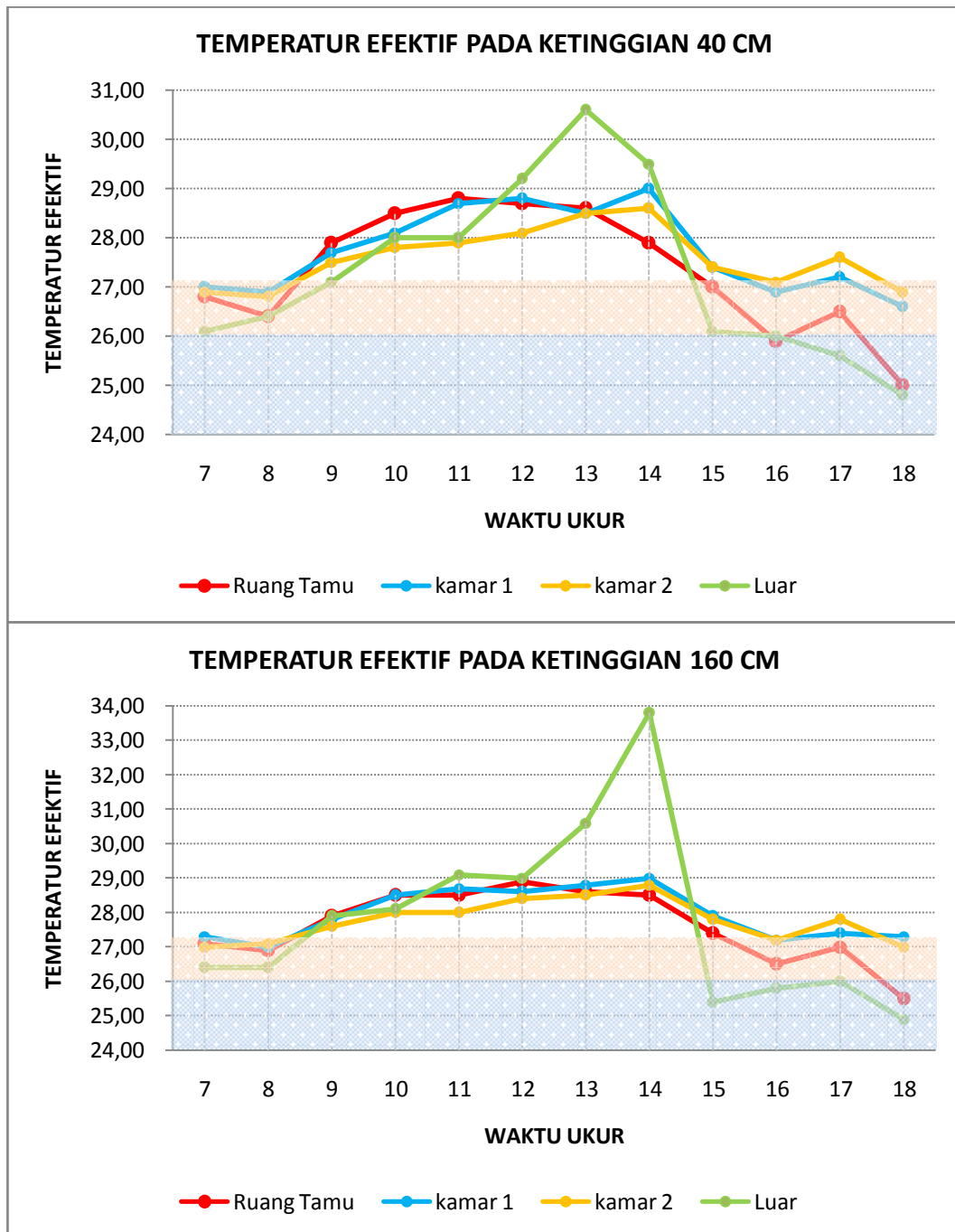
Melihat tabel 5.13, TE di ketinggian 160 cm menunjukkan hal yang tidak jauh berbeda dengan TE di ketinggian 40 cm, hanya di ruang tamu TE menjadi lebih tinggi daripada TE di ketinggian 160cm menjadi masuk ke dalam kondisi *hangat-nyaman* di jam 15.00-17.00.

Analisa: Orientasi fasad ke arah Timur laut menyebabkan panas matahari secara langsung menyinari permukaan bidang fasad mulai dari pagi hingga siang hari, sehingga panas tertimbun di dalam ruang. Pada saat TE di luar mulai turun, TE di dalam ruang berada pada suhu yang lebih tinggi, sehingga perpindahan panas berlangsung dari dalam ke luar ruang. Tetapi karena desain fasad yang minim bukaan (ventilasi udara), maka panas terperangkap di dalam.

4. Rumah No. I-29 (Type 50) Orientasi Barat Daya (NA 137°)

Pada Gambar 5.46 terlihat hasil pengukuran Temperatur efektif pada ketinggian 40cm dan 160 cm menunjukkan trend yang sama, yaitu kurva parabola terbalik. Temperatur efektif di dalam ruang bermula dari 26.8°C – 27.3°C TE pada jam 7.00, turun sedikit pada jam 8.00 menjadi 26.4°C – 27.1°C TE. Kemudian berangsur naik hingga mencapai puncak pada jam 14.00 sebesar 27.9°C – 29 °C TE. Pada jam 15.00 cuaca hujan, sehingga turun menjadi 27°C – 27.9°C TE. Kemudian turun terus hingga berkisar pada temperatur 25°C – 27.3°C TE pada jam 18.00, setelah sebelumnya pada jam 17.00 sempat naik menjadi 26.5°C – 27.8°C TE. Temperatur efektif di luar pada saat jam 7.00 - 10.00 cenderung lebih rendah daripada di dalam ruang. Kemudian jam 10.00 – 14.00 terlihat sama dan sedikit lebih tinggi. Dan pada jam 14.00 – 18.00 kembali lebih rendah daripada TE di dalam ruang.

Analisa: Rumah No.I-29 menghadap ke arah barat daya sehingga bidang fasad mulai terkena sinar matahari langsung pada siang hari. Hal ini menyebabkan TE di dalam ruang di siang hari lebih besar daripada TE di luar. Saat permukaan fasad terkena sinar matahari langsung, perpindahan panas menjadi lebih cepat, sehingga laju perubahan TE di dalam menjadi lebih stabil.



Gambar 5.46. Temperatur efektif Rumah No. I-29 tanggal 3 April 2012

Tabel 5.14: TE di ketinggian 40 cm, Rumah No. I-29 (Type 50), 3 April

JAM	TEMPERATUR EFEKTIF				CUACA
	R.TAMU	KAMAR 1	KAMAR 2	LUAR	
7	26.80	27.00	26.90	26.10	CERAH
8	26.40	26.90	26.80	26.40	CERAH
9	27.90	27.70	27.50	27.10	CERAH
10	28.50	28.10	27.80	28.00	CERAH
11	28.80	28.70	27.90	28.00	CERAH
12	28.70	28.80	28.10	29.20	CERAH
13	28.60	28.50	28.50	30.60	CERAH
14	27.90	29.00	28.60	29.50	CERAH
15	27.00	27.40	27.40	26.10	HUJAN
16	25.90	26.90	27.10	26.00	MENDUNG
17	26.50	27.20	27.60	25.60	MENDUNG
18	25.00	26.60	26.90	24.80	HUJAN

Tabel 5.15: TE di ketinggian 40 cm, Rumah No. I-29 (Type 50), 3 April

JAM	TEMPERATUR EFEKTIF				CUACA
	R.TAMU	KAMAR 1	KAMAR 2	LUAR	
7	27.10	27.30	27.00	26.40	CERAH
8	26.90	27.00	27.10	26.40	CERAH
9	27.90	27.80	27.60	27.90	CERAH
10	28.50	28.50	28.00	28.10	CERAH
11	28.50	28.70	28.00	29.10	CERAH
12	28.90	28.60	28.40	29.00	CERAH
13	28.60	28.80	28.50	30.60	CERAH
14	28.50	29.00	28.80	33.80	CERAH
15	27.40	27.90	27.80	25.40	HUJAN
16	26.50	27.20	27.20	25.80	MENDUNG
17	27.00	27.40	27.80	26.00	MENDUNG
18	25.50	27.30	27.00	24.90	HUJAN

Melihat tabel 5.14, TE di luar pada ketinggian 40 cm pada jam 7.00-10.00 berada pada zona *hangat-nyaman*, begitu juga TE di dalam, tetapi TE di dalam mulai jam 9.00 sudah berada pada zona *tidak nyaman* dan berlangsung hingga jam 15.00, sedangkan TE di luar masuk zona *tidak nyaman* baru mulai jam 10.00 dan menjadi *nyaman-optimal* pada jam 16.00-18.00 sama dengan TE di ruang tamu.

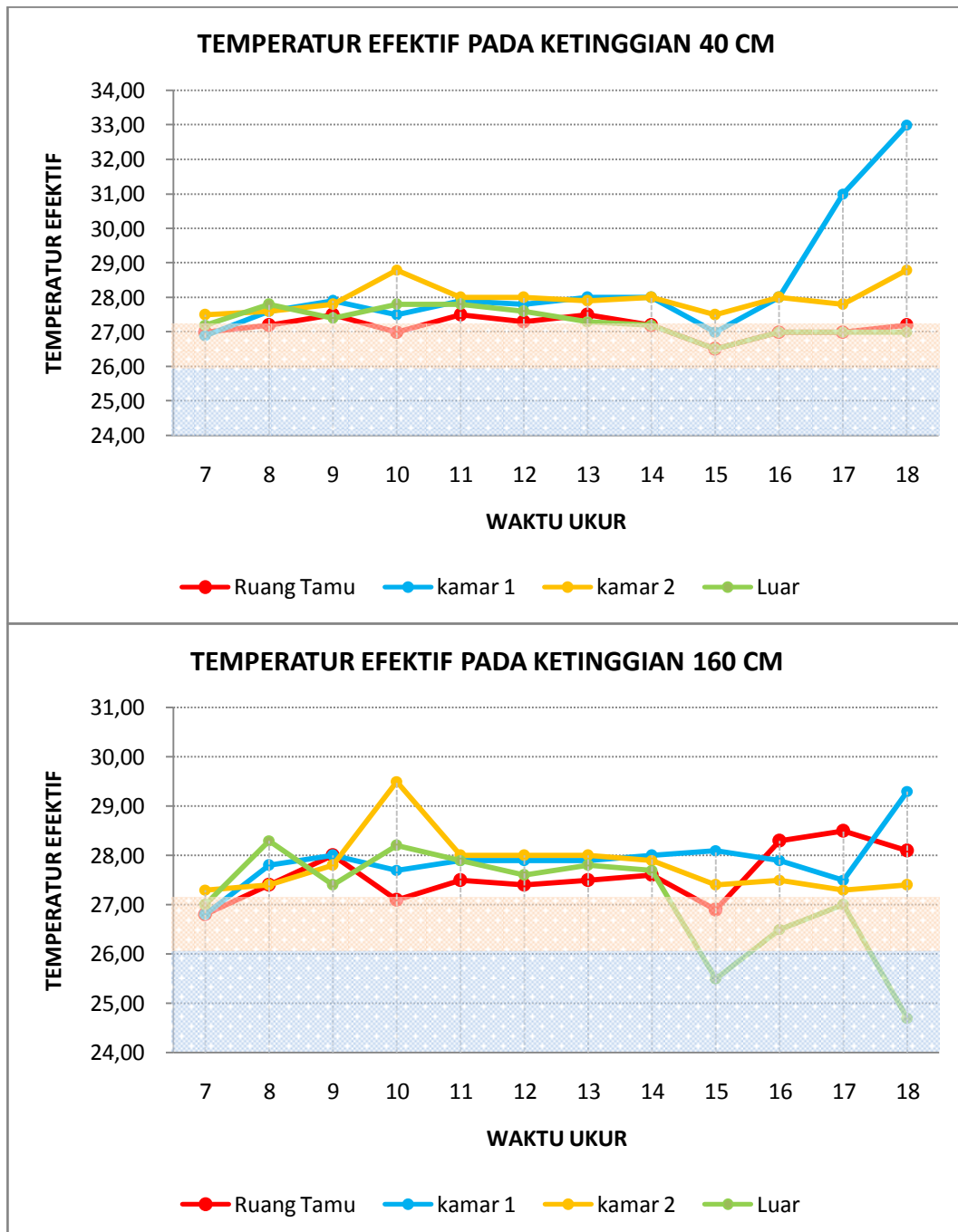
Melihat tabel 5.15, TE di dalam dan luar pada ketinggian 160cm jam 7.00-9.00 masuk ke dalam zona *hangat-nyaman*. Pada jam 9, TE di luar sudah masuk ke dalam zona *tidak nyaman*, begitu juga dengan TE di dalam ruang. Pada jam 15.00 cuaca hujan sehingga TE di luar mencapai *nyaman-optimal* sampai jam 18.00, tetapi TE di dalam ruang masih berada pada zona *tidak nyaman* pada jam 15.00, kemudian berangsur turun hingga jam 16.00 berada pada zona *hangat nyaman* dan mencapai *nyaman optimal* pada jam 18.00

Analisa: Fasad depan I-29 menghadap ke arah barat daya, sehingga pada pagi hingga siang hari permukaan fasad tidak terkena sinar matahari langsung, ditambah cuaca hujan pada jam 15.00, sehingga permukaan fasad hanya sebentar terkena sinar matahari langsung. Hal ini menyebabkan TE di dalam menjadi lebih stabil, tidak berbeda jauh dengan TE di luar. Tetapi pada sore hari TE di dalam lebih tinggi karena panas yang masuk ke dalam ruang terakumulasi di dalam ruang disebabkan minimnya ventilasi (bukaan).

5. Rumah No. VH-20 (Type 70) Orientasi Timur Laut (NA 301°)

Pada Gambar 5.47 terlihat hasil pengukuran Temperatur efektif pada ketinggian 40cm dan 160 cm menunjukkan trend yang sama, yaitu kurva fluktuatif. Temperatur efektif di dalam ruang bermula dari 26.8°C – 27.5°C TE pada jam 7.00, berangsur naik mencapai suhu 27.5°C – 28°C TE pada jam 9.00. Di Ruang tamu dan kamar depan turun sedikit pada jam 10.00 menjadi 27 °C – 27.7°C TE, naik lagi pada jam 11.00 hingga mencapai 27.5°C – 27.9°C TE. Sedangkan di kamar belakang terus naik pada jam 10.00 mencapai 28.8°C – 29.5°C TE, kemudian turun pada jam 11.00 menjadi 28°C TE. Setelah itu suhunya stabil hingga jam 14.00 sebesar 27.2°C – 28°C TE. Turun sedikit pada jam 15.00 menjadi 26.5°C – 28.1°C TE. Kemudian sedikit naik turun, hingga pada jam 18.00 mengalami kenaikan suhu menjadi sebesar 27.2°C – 33°C TE. Temperatur efektif di luar pada jam 7.00 – 14.00 cenderung sama dengan TE di dalam ruang, kemudian mulai jam 14.00 - 18.00 terlihat lebih rendah daripada TE di dalam ruang.

Analisa: Rumah No. VH-20 menghadap ke Timur Laut, sehingga dari jam 7.00 sudah terkena sinar matahari langsung hingga siang hari. Hal ini menyebabkan laju perubahan TE di dalam dan di luar menjadi sama, dan besarnya TE cenderung sama. Saat cuaca hujan, TE di luar turun, diikuti penurunan TE di dalam, tetapi TE di dalam nilainya menjadi lebih besar dibandingkan TE di luar, karena panas di dalam ruang terperangkap di dalam, sebagai akibat dari pemanasan sepanjang hari.



Gambar 5.47. Temperatur efektif Rumah No. VH-20 tanggal 3 April 2012

Tabel 5.16: TE di ketinggian 40 cm, Rumah No. VH-20 (Type 70), 3 April

JAM	TEMPERATUR EFEKTIF				CUACA
	R.TAMU	KAMAR 1	KAMAR 2	LUAR	
7	27.00	26.90	27.50	27.20	CERAH
8	27.20	27.60	27.60	27.80	CERAH
9	27.50	27.90	27.80	27.40	CERAH
10	27.00	27.50	28.80	27.80	CERAH
11	27.50	27.90	28.00	27.80	CERAH
12	27.30	27.80	28.00	27.60	CERAH
13	27.50	28.00	27.90	27.30	CERAH
14	27.20	28.00	28.00	27.20	CERAH
15	26.50	27.00	27.50	26.50	HUJAN
16	27.00	28.00	28.00	27.00	MENDUNG
17	27.00	31.00	27.80	27.00	MENDUNG
18	27.20	33.00	28.80	27.00	HUJAN

Tabel 5.17: TE di ketinggian 160 cm, Rumah No. VH-20 (Type 70), 3 April

JAM	TEMPERATUR EFEKTIF				CUACA
	R.TAMU	KAMAR 1	KAMAR 2	LUAR	
7	26.80	26.80	27.30	27.00	CERAH
8	27.40	27.80	27.40	28.30	CERAH
9	28.00	28.00	27.80	27.40	CERAH
10	27.10	27.70	29.50	28.20	CERAH
11	27.50	27.90	28.00	27.90	CERAH
12	27.40	27.90	28.00	27.60	CERAH
13	27.50	27.90	28.00	27.80	CERAH
14	27.60	28.00	27.90	27.70	CERAH
15	26.90	28.10	27.40	25.50	HUJAN
16	28.30	27.90	27.50	26.50	MENDUNG
17	28.50	27.50	27.30	27.00	MENDUNG
18	28.10	29.30	27.40	24.70	HUJAN

Melihat tabel 5.16 pada ketinggian 40 cm, TE di luar mulai jam 7.00-15.00 masuk pada zona *tidak nyaman* begitu juga TE di dalam, kecuali pada jam 10.00 suhu di ruang tamu sedikit lebih rendah dan masuk dalam zona *hangat-nyaman*. Pada saat cuaca hujan jam 15.00, TE di luar mengalami penurunan hingga tercapai *nyaman-optimal*, TE di dalam lebih tinggi dan berada pada zona *hangat-nyaman*, sedangkan di kamar belakang tetap berada pada zona *tidak nyaman* hingga jam 18.00.

Melihat tabel 5.17 pada ketinggian 160 cm, TE di luar maupun di dalam lebih rendah daripada ketinggian 40 cm, tetapi TE di kamar belakang tetap berada pada zona *tidak nyaman sepanjang hari* (7.00-18.00).

Analisa: Rumah VH-20 menghadap ke Timur Laut sehingga dari pagi hari hingga siang menerima sinar matahari langsung. Akibatnya TE di dalam mengikuti laju perubahan TE di luar.

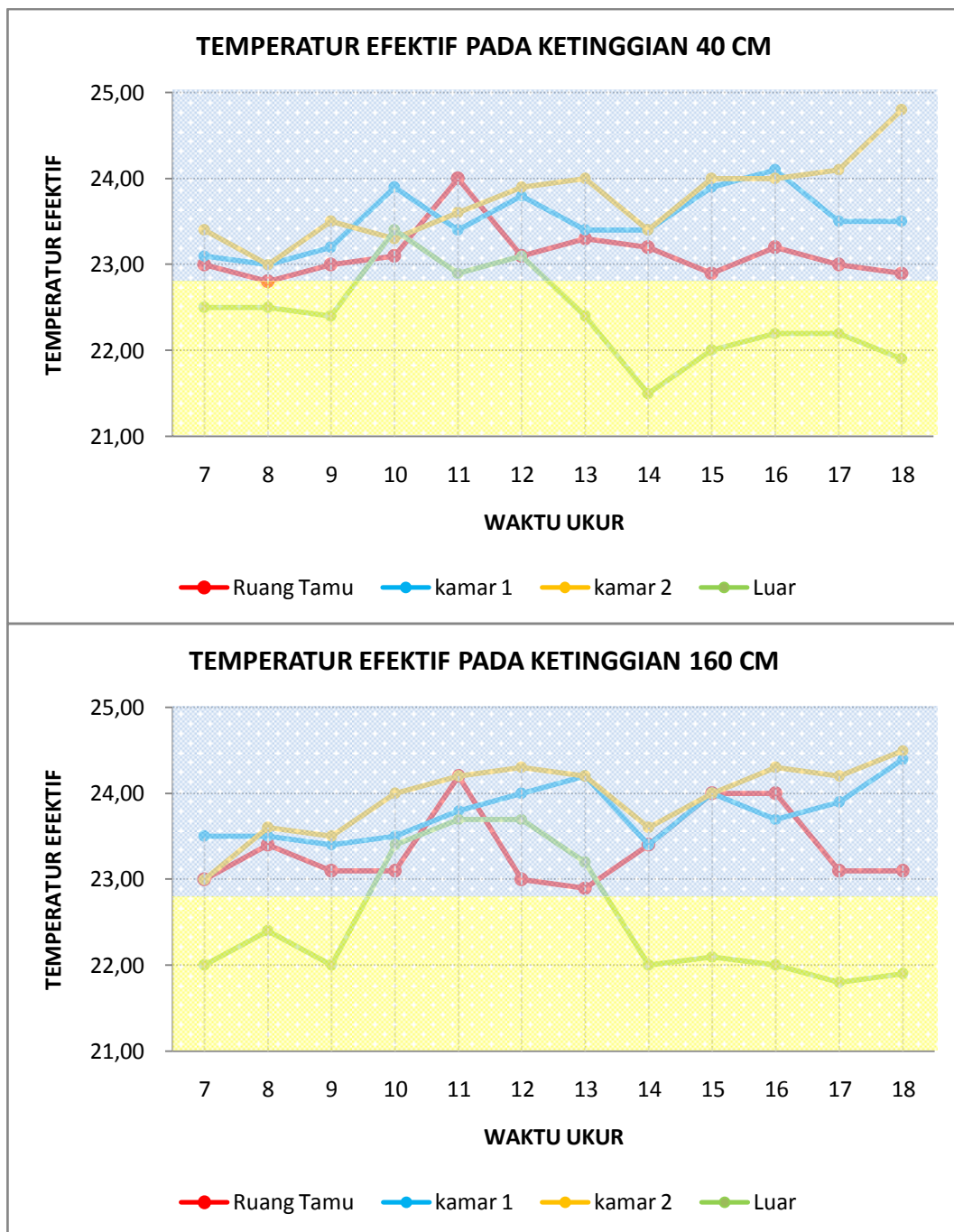
6. Pengukuran tanggal 9 Juni 2012

Pada saat pengukuran tanggal 3 April 2012, terjadi hujan pada jam 15.00, sehingga diadakan pengukuran kembali pada salah 1 objek untuk validasi data. Penelitian dipilih Rumah No. I-1 (Type 50), Orientasi Timur Laut (NA 317°) yang diadakan pada tanggal 9 Juni 2012 saat cuaca cerah-berawan.

Pada gambar 5.48 terlihat hasil pengukuran Temperatur efektif pada ketinggian 40cm dan 160 cm menunjukkan trend yang sama, yaitu kurva fluktuatif. Temperatur efektif di dalam ruang bermula dari 23°C – 23.5°C TE pada jam 7.00, kemudian berangsur naik hingga mencapai suhu 23.4°C – 24.2°C TE pada jam 11.00, turun sedikit pada jam 12.00 menjadi 23°C – 24.3°C TE, naik lagi hingga mencapai puncak pada jam 16.00 sebesar 23.2°C – 24.3°C TE. Setelah itu cenderung stabil dan relatif naik pada jam 18.00 berkisar pada 22.9°C – 24.8°C TE. Temperatur efektif di luar cenderung lebih rendah dengan TE di dalam ruang, kecuali pada jam 10.00 - 12.00 terlihat sama dengan TE di dalam ruang.

Analisa: Orientasi rumah No.I-1 menghadap ke timur laut, sehingga mulai jam 7.00 pagi fasad bangunan sudah terkena sinar matahari langsung sehingga TE di dalam mengikuti perubahan suhu di luar, perpindahan panasnya berlangsung cepat. Pada jam 11.00 saat sebagian besar permukaan fasad berangsur terbayangi hingga terbayangi keseluruhan, TE di dalam menjadi lebih besar dari TE di luar,

karena bidang fasad menyimpan panas lebih lama. TE pada pengukuran 9 Juni lebih rendah suhunya daripada pengukuran 3 April, disebabkan perbedaan tingkat radiasi matahari.



Gambar 5.48. Temperatur efektif Rumah No. I-1 tanggal 9 Juni 2012

Tabel 5.18: TE di ketinggian 40 cm, Rumah No. I-1 (Type 50), 9 Juni

JAM	TEMPERATUR EFEKTIF				CUACA
	R.TAMU	KAMAR 1	KAMAR 2	LUAR	
7	23.00	23.10	23.40	22.50	Cerah
8	22.80	23.00	23.00	22.50	Cerah
9	23.00	23.20	23.50	22.40	Berawan
10	23.10	23.90	23.30	23.40	Cerah
11	24.00	23.40	23.60	22.90	Berawan
12	23.10	23.80	23.90	23.10	Cerah
13	23.30	23.40	24.00	22.40	Berawan
14	23.20	23.40	23.40	21.50	Cerah
15	22.90	23.90	24.00	22.00	Cerah
16	23.20	24.10	24.00	22.20	Berawan
17	23.00	23.50	24.10	22.20	Berawan
18	22.90	23.50	24.80	21.90	Berawan

Tabel 5.19: TE di ketinggian 160 cm, Rumah No. I-1 (Type 50), 9 Juni

JAM	TEMPERATUR EFEKTIF				CUACA
	R.TAMU	KAMAR 1	KAMAR 2	LUAR	
7	23.00	23.50	23.00	22.00	Cerah
8	23.40	23.50	23.60	22.40	Cerah
9	23.10	23.40	23.50	22.00	Berawan
10	23.10	23.50	24.00	23.40	Cerah
11	24.20	23.80	24.20	23.70	Berawan
12	23.00	24.00	24.30	23.70	Cerah
13	22.90	24.20	24.20	23.20	Berawan
14	23.40	23.40	23.60	22.00	Cerah
15	24.00	24.00	24.00	22.10	Cerah
16	24.00	23.70	24.30	22.00	Berawan
17	23.10	23.90	24.20	21.80	Berawan
18	23.10	24.40	24.50	21.90	Berawan

Melihat tabel 5.18 TE di dalam mampu berada pada zona *nyaman-optimal* sepanjang hari (jam 7.00-18.00). TE di dalam pada jam 10.00-12.00 lebih tinggi di luar, setelah itu jam 13.00 TE di dalam menjadi lebih tinggi. Hingga jam 18.00.

Melihat tabel 5.19 TE di luar jam 10.00-13.00 berada pada zona *nyaman optimal* dan nilainya cenderung sama dengan TE di dalam, bahkan lebih tinggi dari TE ruang tamu. Pada jam 7.00-9.00 dan setelah jam 14.00-18.00 TE di luar lebih rendah dari TE di dalam.

Analisa: orientasi rumah No.I-1 menghadap ke timur laut, sehingga sinar matahari langsung terjadi pada pagi hingga siang hari. Mulai jam 14.00 TE di luar cenderung lebih tinggi daripada TE di luar karena penimbunan panas di dalam ruang.

5.4 Hasil Analisis Penelitian

Berikut ini adalah tabel ringkasan hasil temuan penelitian terhadap 5 rumah dengan desain fasad rumah modern, yang terdiri dari 2 rumah type 36 dengan orientasi Timur laut dan Barat daya, 2 rumah type 50 dengan orientasi Timur laut dan Barat daya, dan 1 rumah type 70 dengan orientasi Timur Laut sebagai obyek pembandingan.

Untuk memudahkan penulisan di dalam tabel, digunakan singkatan sebagai berikut:

TP : Temperatur Permukaan TE : Temperatur Efektif
 TPi : Temperatur Permukaan Dalam TEi : Temperatur Efektif Dalam
 TPo : Temperatur Permukaan Luar TEo : Temperatur Efektif Luar

Tabel 5.20: Hasil Penelitian Rumah N-25 Orientasi Timur Laut (NA 342°)

RUANG TAMU				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i \leq TE_o$	Hangat nyaman
8	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
9	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i < TE_o$	Hangat nyaman
10	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
11	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
13	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
14	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	Titik 1,2,3 (pintu kayu, kusen kayu, dinding) $TP_i < TP_o$ Titik 4,5 (kusen alumunium, kaca) $TP_i > TP_o$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
16	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
17	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
18	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman

KAMAR 1 (KAMAR DEPAN)				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	sinar langsung	$T_{Pi} = T_{Po}$	$TE_i = TE_o$	Hangat nyaman
8	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
9	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
10	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
11	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
13	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
14	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	Titik 1,2,3 (pintu kayu, kusen kayu, dinding) $T_{Pi} < T_{Po}$ Titik 4,5 (kusen alumunium, kaca) $T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
16	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
17	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
18	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
KAMAR 2 (KAMAR BELAKANG)				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i = TE_o$	Hangat nyaman
8	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
9	terbayangi	$T_{Pi} = T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Hangat nyaman
10	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
11	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
13	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
14	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Hangat nyaman
16	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
17	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
18	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman

Tabel 5.21: Hasil Penelitian Rumah N-01 Orientasi Barat daya (NA 162°)

RUANG TAMU				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	terbayangi	$TP_i = TP_o$	$TE_i \geq TE_o$	Nyaman Optimal
8	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
9	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
10	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
11	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
13	Titik 1,2 sinar langsung	$TP_i < TP_o$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
14	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i \geq TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
16	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
17	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
18	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
KAMAR 1 (KAMAR DEPAN)				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	terbayangi	$TP_i \leq TP_o$	$TE_i \geq TE_o$	Nyaman Optimal
8	terbayangi	$TP_i \leq TP_o$	$TE_i \geq TE_o$	Hangat nyaman
9	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
10	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
11	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
13	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
14	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
16	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
17	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
18	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i < TE_o$	Nyaman Optimal
KAMAR 2 (KAMAR BELAKANG)				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	sinar langsung	$TP_i < TP_o$	$TE_i \geq TE_o$	Nyaman Optimal
8	sinar langsung	$TP_i < TP_o$	$TE_i \geq TE_o$	Hangat nyaman
9	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i \geq TE_o$	Hangat nyaman
10	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i \geq TE_o$	Hangat nyaman
11	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
13	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
14	terbayangi	$TP_i < TP_o$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
16	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
17	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
18	terbayangi	$TP_i > TP_o$	$TE_i < TE_o$	Nyaman Optimal

Tabel 5.22: Hasil Penelitian Rumah I-01 Orientasi Timur Laut (NA 317°)

RUANG TAMU				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Hangat nyaman
8	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Hangat nyaman
9	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Hangat nyaman
10	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
11	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
13	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
14	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
16	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
17	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
18	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
KAMAR 1 (KAMAR DEPAN)				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Hangat nyaman
8	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
9	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
10	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
11	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
13	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
14	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
16	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
17	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
18	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
KAMAR 2 (KAMAR BELAKANG)				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Hangat nyaman
8	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Hangat nyaman
9	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
10	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
11	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
13	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
14	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
16	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
17	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
18	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman

Tabel 5.23: Hasil Penelitian Rumah I-29 Orientasi Barat Daya (NA 137°)

RUANG TAMU				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
8	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
9	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
10	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
11	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
13	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
14	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
16	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
17	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
18	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
KAMAR 1 (KAMAR DEPAN)				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	terbayangi	$T_{Pi} = T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
8	terbayangi	$T_{Pi} = T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
9	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
10	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
11	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
13	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
14	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
16	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
17	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
18	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
KAMAR 2 (KAMAR BELAKANG)				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
8	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
9	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
10	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
11	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
13	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
14	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
16	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
17	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
18	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman

Tabel 5.24: Hasil Penelitian Rumah VH-20 Orientasi Timur Laut (NA 301°)

RUANG TAMU				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
8	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
9	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
10	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Hangat nyaman
11	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
13	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
14	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
16	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
17	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Hangat nyaman
18	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
KAMAR 1 (KAMAR DEPAN)				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	sinar langsung	$T_{Pi} = T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Hangat nyaman
8	sinar langsung	$T_{Pi} = T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
9	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
10	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
11	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
13	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
14	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
16	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
17	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
18	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
KAMAR 2 (KAMAR BELAKANG)				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
8	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Tidak nyaman
9	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
10	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
11	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
12	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
13	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
14	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
15	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
16	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
17	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman
18	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Tidak nyaman

Tabel 5.25: Hasil Penelitian Rumah I-01 (Tanggal 9 Juni 2012)

RUANG TAMU				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	sinar langsung	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
8	sinar langsung	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
9	sinar langsung	$T_{Pi} = T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
10	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Nyaman Optimal
11	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
12	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i < TE_o$	Nyaman Optimal
13	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
14	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
15	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
16	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
17	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
18	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
KAMAR 1 (KAMAR DEPAN)				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	sinar langsung	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
8	sinar langsung	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
9	sinar langsung	$T_{Pi} \leq T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
10	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
11	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
12	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
13	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
14	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
15	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
16	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
17	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
18	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
KAMAR 2 (KAMAR BELAKANG)				
Jam	Pembayangan	Temperatur Permukaan	Temperatur Efektif	Kenyamanan Termal
7	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
8	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
9	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
10	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
11	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
12	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
13	terbayangi	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
14	sinar langsung	$T_{Pi} < T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
15	sinar langsung	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
16	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
17	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal
18	terbayangi	$T_{Pi} > T_{Po}$	$TE_i > TE_o$	Nyaman Optimal

Dari hasil penelitian di atas, maka analisis pengaruh desain fasad modern terhadap kondisi kenyamanan termal di dalam ruang di Perumahan Kampoeng Harmoni Ungaran dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Rumah No. N-25 (type 36)

Rumah nomor N-25 yang merupakan rumah type 36 dengan orientasi Timur Laut (NA 342°) ini tidak memiliki lubang ventilasi udara. Hasil analisis untuk ruang tamu yang berorientasi ke Timur Laut dan memiliki overhang sebagai peneduh teras sepanjang 1m membuat ruangan ini terbayangi sepanjang hari, sehingga temperatur permukaan di dalam lebih rendah daripada di luar. Hal ini menyebabkan panas masuk ke dalam ruang secara konduksi, sehingga mulai siang jam 12.00 hingga 18.00 panas terperangkap di dalam ruang dan menyebabkan temperatur efektif di dalam lebih tinggi. Ruang tamu berada pada kondisi nyaman optimal hanya pagi hari jam 7.00, kemudian berada pada kondisi tidak nyaman pada pagi hari jam 8.00-9.00 dan jam 10.00-15.00 (siang hari).

Pada kamar depan yang memiliki overhang sebagai pelindung jendela terkena sinar langsung jam 7.00-10.00 membuat temperatur efektif di dalam lebih tinggi pada jam 8.00-9.00, kemudian saat terbayangi jam 10.00 temperatur efektif di dalam bisa lebih rendah daripada di luar, tetapi mulai jam 12.00-18.00 di dalam kembali lebih panas karena panas yang masuk tertimbun di dalam ruang, hal ini membuat kamar depan dalam kondisi tidak nyaman mulai jam 8.00-15.00.

Pada kamar belakang yang terbayangi sepanjang hari temperatur efektif di dalam lebih tinggi pada jam 7.00-8.00 karena panas yang terperangkap saat malam hari, pada saat ini temperatur permukaan di dalam lebih tinggi sehingga panas dapat dialirkan ke luar. Setelah itu pada jam 9.00 temperatur permukaan di luar lebih tinggi, panas kembali mengalir masuk secara konduksi ke dalam ruang, menyebabkan timbunan panas di dalam, sehingga pada sore hari jam 16.00-18.00 temperatur efektif di dalam menjadi lebih tinggi. Kamar belakang ini berada pada kondisi tidak nyaman pada pagi hari jam 8.00-9.00 dan siang hari jam 10.00-14.00.

Dari hasil analisis di atas diperlukan penanganan masalah termal dalam kaitannya dengan kemampuan bidang fasad yang mudah mengalirkan panas dari luar ke dalam, tetapi sulit untuk mengalirkan ke luar, sehingga panas terperangkap di dalam.

2. Rumah No. N-01 (type 36)

Rumah nomor N-01 yang merupakan rumah type 36 dengan orientasi barat daya (NA 162°) dan tidak memiliki lubang ventilasi udara. Hasil analisis untuk ruang tamu yang memiliki overhang 1m dan terbayangi sepanjang hari pada jam 7.00-8.00 Temperatur permukaan di dalam lebih tinggi karena temperatur efektif di dalam lebih tinggi sebagai akibat dari timbunan panas di malam hari sehingga panas dialirkan secara konduksi ke luar. Pada jam 13.00-14.00 terkena sinar langsung, sehingga

radiasi matahari masuk ke dalam ruang membuat temperatur efektif di dalam lebih tinggi dan terus terperangkap di dalam hingga jam 18.00. Ruang tamu berada pada kondisi tidak nyaman pada jam 10.00-15.00 dan berada pada kondisi nyaman optimal hanya di pagi hari (jam 7.00-8.00).

Kamar depan terbayangi sepanjang hari, tetapi hanya pada siang hari jam 11.00-13.00 temperatur efektif di dalam lebih rendah daripada di luar. Hal ini disebabkan temperatur permukaan di dalam lebih rendah sepanjang hari, sehingga panas terus masuk secara konduksi ke dalam ruang dan terperangkap di dalam. Kondisi tidak nyaman terjadi pada jam 9.00-15.00, yaitu pada saat intensitas panas di luar mulai meningkat.

Kamar belakang Terkena sinar langsung jam 7.00-9.00 menyebabkan temperatur efektif di dalam ruang lebih tinggi karena panas yang sudah tertimbun di malam hari ditambah radiasi panas dari luar. Kondisi tidak nyaman jam 11.00-15.00, yaitu pada saat panas di luar meningkat dan terperangkap di dalam.

Dari hasil analisis di atas diperlukan penanganan masalah termal dalam kaitannya dengan radiasi panas yang masuk ke dalam ruang, kemampuan bidang fasad yang mudah mengalirkan panas dari luar ke dalam, tetapi sulit untuk mengalirkan ke luar, sehingga panas terperangkap di dalam.

3. Rumah No. I-01 (type 50)

Rumah nomor I-01 yang merupakan rumah type 50 dengan orientasi Timur Laut (NA 317°) dan memiliki lubang ventilasi udara. Hasil analisis penelitian untuk ruang tamu yang terkena sinar langsung jam 7.00-10.00, sehingga permukaan kaca dan kusen aluminium lebih panas di luar dan memasukkan radiasi panas ke dalam ruang, sehingga pada jam 11.00 saat intensitas matahari mulai tinggi temperatur efektif di dalam ruang lebih tinggi daripada di luar. Keadaan ini bertahan sampai jam 18.00 dan menyebabkan kondisi tidak nyaman sampai jam 15.00.

Kamar depan terkena sinar langsung dari jam 7.00-12.00, sehingga radiasi panas masuk ke dalam ruang, menyebabkan temperatur efektif di dalam lebih tinggi, keadaan ini terus bertahan hingga jam 18.00 dan membuat kondisi tidak nyaman dari jam 8.00-18.00.

Kamar belakang ini hanya pada jam 14.00 terkena sinar matahari langsung, dan posisinya di belakang (barat daya) membuat intensitas matahari tidak terlalu tinggi saat menjelang sore, sehingga kondisi tidak nyaman didapatkan pada jam 12.00-15.00 dan temperatur efektif di dalam lebih tinggi daripada di luar pada jam 12.00-18.00.

Dari hasil analisis di atas diperlukan cara untuk mengatasi radiasi sinar matahari langsung masuk ke dalam ruang supaya panas yang masuk tidak terlalu tinggi intensitasnya.

4. Rumah No. I-29 (type 50)

Rumah nomor I-29 yang merupakan rumah type 50 dengan orientasi Barat Daya (NA 137°) dan memiliki lubang ventilasi udara. Hasil analisis penelitian untuk ruang tamu yang terkena sinar matahari langsung hanya jam 14.00, tetapi posisinya di barat daya membuat permukaan fasad ruang tamu lebih panas di luar, sehingga perpindahan panas secara konduksi berlangsung dari luar ke dalam. Hal ini menyebabkan pada jam 7.00-12.00 temperatur efektif di dalam lebih tinggi. Sedangkan yang terjadi pada sore hari setelah hujan jam 15.00, permukaan fasad basah terkena hujan, sehingga temperatur permukaan dalam lebih tinggi, tetapi temperatur efektif di dalam juga lebih tinggi karena di luar lebih cepat menurunkan panas dengan adanya aliran udara/angin. Kondisi tidak nyaman berlangsung jam 9.00-15.00 karena panas yang terperangkap di dalam ruang, sulit untuk disalurkan ke luar, disebabkan bidang fasad menyimpan panas dan bisa melepas panas setelah terkena hujan.

Kamar depan Terkena sinar matahari langsung jam 14.00, tetapi berada pada posisi tidak nyaman jam 9.00-18.00 dan temperatur efektif di dalam lebih tinggi pada jam 7.00-12.00 dan 15.00-18.00. Hal ini disebabkan panas terus masuk secara konduksi ke dalam ruang karena temperatur permukaan dalam lebih rendah akibat permukaan fasad terbayangi. Tetapi panas di dalam sulit untuk didistribusikan keluar karena bidang fasad sulit untuk melepas panas, sehingga diperlukan material peredam panas.

Kamar belakang terkena sinar langsung jam 7.00-9.00 (2 jam), sehingga temperatur efektif di dalam lebih tinggi karena radiasi panas masuk ke dalam ruang. Kemudian jam 15.00-18.00 setelah hujan, temperatur efektif di dalam juga lebih tinggi karena panas di luar lebih cepat turun dengan adanya angin. Kondisi tidak nyaman dari jam 9.00-17.00 karena radiasi panas yang masuk pada pagi hari dengan intensitas yang terus meningkat menyebabkan panas di dalam juga semakin meningkat dan sulit untuk keluar karena kurang adanya sirkulasi udara di dalam ruang.

Dari hasil analisis di atas diperlukan material bidang fasad yang memiliki konduktivitas termal rendah agar dapat menjadi insulator (peredam panas) yang baik, selain itu juga perlu perlindungan terhadap sinar matahari langsung mengenai bidang fasad dan untuk membantu mengeluarkan panas yang terperangkap di dalam ruang diperlukan sirkulasi di dalam ruang supaya panas bisa didistribusikan ke luar.

5. Rumah No. VH-20 (type 70)

Rumah nomor VH-20 yang merupakan rumah type 70 dengan orientasi Timur Laut (NA 301°). Hasil analisis penelitian untuk ruang tamu yang terbayangi sepanjang hari, memiliki plafond tinggi, dan tidak terdapat ventilasi udara. Desain fasad ini membuat volume di dalam ruang menjadi lebih besar, sehingga Temperatur efektif di dalam lebih tinggi daripada di luar hanya berlangsung pada jam 9.00-10.00. Sedangkan pada jam 15.00-

18.00 temperatur efektif di dalam lebih tinggi karena di luar cuaca hujan, sehingga panas di luar lebih cepat turun, panas di dalam terperangkap karena tidak terdapat lubang ventilasi udara. Kondisi tidak nyaman didapatkan hampir sepanjang hari yaitu pada jam 7.00-10.00, 11.00-15.00, dan 18.00, karena di luar kondisinya juga tidak nyaman, sehingga diperlukan material fasad yang dapat menahan masuknya panas berlebihan ke dalam ruang.

Kamar depan terkena sinar matahari langsung jam 7.00-10.00 menyebabkan pada pagi hari jam 8.00-10.00 temperatur efektif di dalam lebih tinggi karena panas diserap masuk ke dalam ruang, sehingga jam 11.00-18.00 tertimbun di dalam ruang. Kondisi tidak nyaman didapatkan sepanjang hari jam 8.00-18.00 karena di luar tidak nyaman dan langsung masuk ke dalam ruang.

Kamar belakang terkena sinar langsung jam 7.00-10.00, sehingga keadaannya hampir sama dengan kamar 1, berada pada kondisi tidak nyaman sepanjang hari jam 7.00-18.00, dan temperatur efektif di dalam lebih tinggi pada jam 8.00-9.00 dan 9.00-18.00.

Dari hasil analisis di atas diperlukan perlindungan terhadap radiasi matahari, material bidang fasad yang bersifat sebagai insulator panas, juga dibutuhkan lubang ventilasi untuk sirkulasi udara di dalam ruang supaya panas di dalam dapat dengan cepat didistribusikan ke luar.

Dari hasil analisis rumah sampel, maka pengaruh desain fasad modern terhadap kenyamanan termal di dalam ruang dapat disimpulkan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 5.26 Kesimpulan hasil analisis pengaruh desain fasad modern terhadap kenyamanan termal di dalam ruang

No.	Kondisi Rumah	Rekomendasi
1.	Panas yang masuk ke dalam ruang sulit untuk dikeluarkan karena material bidang fasad bersifat mudah memasukkan panas ke dalam ruang, tetapi sulit melepas panas ke luar.	Diperlukan yang material bidang fasad yang memiliki konduktivitas termal rendah agar dapat menjadi insulator (peredam panas) yang baik. Antara lain: dengan menggunakan bahan beton ringan yang memiliki sifat meredam panas lebih baik dari batu bata.
2.	.Permukaan fasad yang terkena sinar matahari langsung membuat panas yang masuk ke dalam ruang semakin besar intensitasnya.	Diperlukan perlindungan terhadap sinar matahari masuk ke dalam ruang. Antara lain: dengan penambahan sun shading berupa kisi-kisi sebagai pematah sinar matahari
3.	Desain rumah yang tidak memiliki lubang ventilasi udara membuat panas terperangkap di dalam ruang.	Diperlukan lubang ventilasi udara yang dapat membantu mengalirkan udara panas. Lubang ini harus terlindung dari sinar matahari langsung dan tidak dapat dimasuki tikus ataupun serangga.
4.	Kondisi kenyamanan termal di luar yang tidak nyaman membuat di dalam ruang juga tidak nyaman.	Diperlukan peneduh yang dapat menurunkan intensitas panas yang akan mengenai permukaan fasad, sehingga panas yang masuk ke dalam ruang sudah berkurang suhunya. Antara lain: dengan diberikan peneduh berupa kanopi yang dapat membayangi seluruh permukaan bidang fasad dan diberi tanaman peneduh.

No.	Kondisi Rumah	Rekomendasi
5.	<p>Rumah sampel memiliki type yang sama dengan orientasi berlawanan arah (Timur laut dan Barat daya) membuat perbedaan kondisi termal.</p> <p>Untuk rumah dengan orientasi timur laut kondisi di dalam lebih panas dari di luar dimulai pada siang hari hingga sore hari.</p> <p>Untuk rumah dengan orientasi barat daya pada pagi hari kondisinya lebih panas di dalam daripada di luardan keadaan ini berulang di siang hingga sore hari.</p>	<p>Orientasi timur laut lebih baik daripada barat daya, karena keduanya sama-sama lebih panas di dalam ruang pada sore hari, sedangkan pada pagi hari orientasi Timur laut suhu di dalam bisa lebih rendah daripada di luar.</p>
6.	<p>Dari obyek pembandingan yang memiliki plafond tinggi, membuat volume udara di dalam ruang lebih besar, sehingga panas di dalam dapat lebih kecil daripada di luar.</p>	<p>Plafond semakin tinggi akan membuat udara di dalam ruang semakin nyaman.</p>

BAB VI

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

6.1 Kesimpulan

Desain fasad rumah modern merupakan model rumah yang digemari saat ini, memiliki bentuk yang sejalan dengan gaya hidup masyarakat urban yang kompetitif, lugas dan instan.

Berdasarkan analisis hasil pengukuran, dapat disimpulkan bahwa desain fasad rumah modern belum optimal dalam menciptakan kondisi kenyamanan termal di dalam ruang, dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Overhang bahan beton di teras lebar 1m dan di atas jendela 60cm diterapkan di semua type rumah modern dengan orientasi yang berbeda-beda, menyebabkan pembayangan yang terbentuk kurang optimal sehingga radiasi sinar matahari masuk ke dalam ruang.
2. Panas dari luar masuk ke dalam ruang, sulit untuk dikeluarkan karena material bidang fasad memiliki sifat menyimpan panas. Adapun fasad yang terkena sinar matahari langsung membuat panas dalam ruang suhunya semakin tinggi. Kondisi ketidaknyamanan di luar akan mempengaruhi kondisi kenyamanan termal di dalam ruang.

3. Desain rumah yang tidak memiliki ventilasi / lubang angin akan membuat panas yang masuk terperangkap di dalam ruang.
4. Obyek pembanding yang memiliki plafond lebih tinggi akan membuat volume udara di dalam ruang lebih besar, sehingga dapat menurunkan panas di dalam ruang.
5. Rumah sampel yang memiliki type sama, berbeda orientasi, Timur Laut dan Barat Daya, kondisi kenyamanan termal relatif lebih baik pada pagi hari menghadap ke Timur Laut.

6.2 Rekomendasi

6.2.1 Rekomendasi desain fasad rumah modern untuk daerah tropis lembab

1. Untuk mengatasi radiasi panas matahari masuk ke dalam ruang diperlukan pembayangan yang optimal, sehingga perlu ditambah *sun shading* yang dapat menjadi pematah sinar matahari masuk ke dalam, antara lain: dengan ditambahkan kisi-kisi atau gril yang dipasang pada overhang yang sudah ada.
2. Fasad rumah yang baik adalah suatu bidang yang mampu menahan panas berlebih masuk ke dalam rumah dan cepat melepaskan panas ke luar jika panas tertimbun di dalam. Oleh karena itu diperlukan bidang fasad yang memiliki konduktivitas termal rendah agar dapat menjadi insulator panas (peredam

panas), antara lain dengan menggunakan bahan beton ringan yang memiliki sifat meredam panas lebih baik daripada batu bata.

3. Pengaliran panas selain secara konduksi juga bisa secara konveksi untuk membantu mengalirkan panas yang tertimbun di dalam ruang. Lubang angin / ventilasi dapat membantu terjadinya sirkulasi udara di dalam ruang, tetapi harus terlindung dari radiasi sinar matahari langsung, air hujan dan masuknya serangga.
4. Plafond lebih tinggi dapat membuat volume udara di dalam ruang lebih besar, sehingga suhu di dalam lebih rendah. Apabila tidak terdapat ventilasi untuk sirkulasi udara, panas akan terperangkap di dalam ruang.

6.2.2 Rekomendasi Bagi Calon Peneliti Lain

Penelitian ini hanya mencakup kenyamanan termal di dalam ruang yang dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban guna membandingkan kondisi kenyamanan di dalam dan di luar ruang untuk menggambarkan kemampuan fasad dalam menciptakan kenyamanan termal. Untuk itu diperlukan penelitian lanjutan agar dapat mengetahui besarnya kecepatan gerakan udara, tingkat pencahayaan, intensitas radiasi matahari, dan konduktivitas bahan bidang fasad, sehingga dapat diperoleh karakteristik fasad modern yang beradaptasi dengan daerah beriklim tropis lembab.

Daftar Pustaka

Banham, Reyner, 1962, *Guide to Modern Architecture*, Architectural Press, London.

Koenigsberger, Ingersoll, Mayhew, Szokolay, 1973, *Manual of Tropical Housing and Building : Climatic Design*, Orient Longman Ltd., New Delhi.

Koenigsberger, dkk, 1975, *Manual of Tropical Housing and Building Part 1: Climatic Design*, Orient Longman Limited, New Delhi.

Kukreja, CP., 1978, *Tropical Architecture*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd., New Delhi.

Lippsmeier, Georg, 1994, *Bangunan Tropis*, Erlangga, Jakarta.

Mangunwijaya, YB., 1988, *Fisika Bangunan*, Penerbit Djambatan, Jakarta.

Mather, John R., 1974, *Climatology: Fundamentals and Applications*, McGraw-Hill Book Company, New York.

Rapoport, Amos, 1969, *House, Form and Culture*, Penerbit Prentice-Hall Inc, New Jersey.

Soegijanto, 1998, *Bangunan di Indonesia dengan Iklim Lembab ditinjau dari Aspek Fisika Bangunan*, Depdikbud, Jakarta.

Sumalyo, Yulianto, 1997, *Arsitektur Modern Akhir Abad XIX dan Abad XX*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Szokolay, SV, 1980, *Environmental Science handbook for Architect and Builders*, The Construction Press, Lancaster.