

**PENGARUH ORIENTASI BANGUNAN & SHADING DEVICE  
TERHADAP SUHU TERMAL BANGUNAN RUMAH TINGGAL  
(STUDI KASUS: PERUM. CITRA GARDEN CITY MALANG)**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR  
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Arsitektur



**ANNISA BIANDA RAHARJO  
NIM. 165060501111041**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2020**



**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH ORIENTASI BANGUNAN & SHADING DEVICE  
TERHADAP SUHU TERMAL BANGUNAN RUMAH TINGGAL  
(STUDI KASUS: PERUM. CITRA GARDEN CITY MALANG)**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR  
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Arsitektur



**ANNISA BIANDA RAHARJO  
NIM. 165060501111041**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 22 Juli 2020

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Sarjana Arsitektur



**Ir. Heru Sufianto, M.Arch.St., Ph.D.  
NIP. 19650218 199002 1 001**

Dosen Pembimbing

**Jono Wardoyo, S.T., M.T.  
NIP 19740623 200012 1 001**

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 24 Juli 2020

Mahasiswa,



Annisa Bianda Raharjo

NIM. 165060501111041

# TURNITIN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM SARJANA**



## **SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI**

Nomor : 300 /UN10.F07.15/PP/2020

Sertifikat ini diberikan kepada :

**ANNISA BIANDA RAHARJO**

Dengan Judul Skripsi :

**PENGARUH ORIENTASI BANGUNAN & SHADING DEVICE TERHADAP SUHU TERMAL BANGUNAN  
RUMAH TINGGAL (STUDI KASUS: PERUM. CITRA GARDEN CITY MALANG)**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi  $\leq 20$  %, dan  
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal **23 Juli 2020**

Ketua Jurusan Arsitektur



**Dr. Eng. Ir. Herry Santosa, ST., MT**  
NIP. 19730525 200003 1 004

Ketua Program Studi S1 Arsitektur

**Ir. Heru Sufianto, M.Arch, St., Ph.D**  
NIP. 19650218 199002 1 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 JURUSAN ARSITEKTUR

Jl. Mayjend Haryono No. 167 MALANG 65145 Indonesia  
 Telp. : +62-341-567486 ; Fax : +62-341-567486  
<http://arsitektur.ub.ac.id> E-mail : arsftub@ub.ac.id

**LEMBAR HASIL  
 DETEKSI PLAGIASI SKRIPSI**

Nama : ANNISA BIANDA RAHARJO  
 NIM : 165060501111041  
 Judul Skripsi : Pengaruh Orientasi Bangunan & *Shading Device* terhadap Suhu Termal Bangunan Rumah Tinggal (Studi Kasus: Perumahan Citra Garden City Malang)  
 Dosen Pembimbing : Jono Wardoyo, ST., MT.  
 Periode Skripsi : Semester Genap 2019/2020  
 Alamat Email : annisabianda@gmail.com

| Tanggal      | Deteksi Plagiasi ke- | Plagiasi yang terdeteksi (%) | TTD Petugas Plagiasi |
|--------------|----------------------|------------------------------|----------------------|
| 23 Juli 2020 | 1                    | 14%                          |                      |
|              | 2                    |                              |                      |
|              | 3                    |                              |                      |

Malang, 24 Juli 2020  
 Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Kepala Laboratorium Dokumentasi dan Tugas Akhir

Jono Wardoyo, ST., MT.  
 NIP. 19740623 200012 1 001

Wasiska Iyati, ST, MT  
 NIP. 198705042019032014

Keterangan:  
 1. Batas maksimal plagiasi yang terdeteksi adalah sebesar 20%  
 2. Hasil lembar deteksi plagiasi skripsi dilampirkan pada hard copy skripsi bagian belakang setelah surat Pernyataan Orisinalitas dan Sertifikat Bebas Plagiasi



## RINGKASAN

ANNISA BIANDA RAHARJO, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2020, *Pengaruh Orientasi Bangunan & Shading Device terhadap Suhu Termal Bangunan Rumah Tinggal (Studi Kasus: Perum. Citra Garden City Malang)*, Dosen Pembimbing: Jono Wardoyo, S.T., M.T.

Suhu termal pada waktu pagi hari hingga sore hari banyak terpengaruh oleh sinar matahari. Sinar matahari yang masuk secara *direct* ke dalam bangunan secara berlebihan akan berdampak pada semakin meningkatnya suhu didalam ruangan. Cahaya matahari berlebih yang secara langsung menyinari bangunan dapat diatasi dengan *shading device*. Oleh karena itu, *shading device* pada bangunan rumah tinggal perlu diperhatikan dan dioptimalkan sesuai orientasinya demi mendapatkan kondisi termal yang baik. Penelitian ini dilakukan di rumah-rumah tinggal pada Perumahan Citra Garden City Malang dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh yang diberikan oleh orientasi terhadap kinerja suhu termalnya, mengetahui orientasi bangunan terbaik ditinjau dari suhu termalnya, dan mengetahui bagaimana mengoptimalkan *shading device*-nya. Observasi lapangan, pengukuran, serta studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan dan mengolah data pada penelitian deskripsif-evaluatif ini. Hasil perhitungan dengan metode analisa korelasi menggunakan aplikasi statistic menunjukkan adanya korelasi yang sangat besar antara orientasi dengan suhu termal. Orientasi terbaik pada penelitian ini merupakan bangunan dengan orientasi menghadap timur cenderung ke utara. Dalam pengoptimalannya, beberapa jenis *shading device* diantaranya *vertical fin*, *horizontal plane*, dan *overhang horizontal louvers* dapat dikombinasikan untuk diaplikasikan.

Kata kunci: suhu termal, orientasi bangunan, rumah tinggal, *shading device*

## SUMMARY

ANNISA BIANDA RAHARJO, *Department of Architecture, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2020, The Effect of Building Orientation & Shading Device on Thermal Temperature of Residential Buildings (Case Study: Perum. Citra Garden City Malang), Academic supervisor: Jono Wardoyo, S.T., M.T.*

*Thermal temperatures in the morning until late afternoon are much affected by sunlight. Sunlight that enters directly into the building excessively will have an impact on the increasing temperature in the room. Excessive sunlight that directly shines on the building can be overcome by shading devices. Therefore, shading devices in residential buildings need to be considered and optimized according to their orientation in order to obtain good thermal conditions. This research was conducted in residential houses in Citra Garden City Malang Housing with the aim to find out how does the impact given by the orientation to the thermal temperature performance, determine the best building orientation based on its thermal temperature, and find out how to optimize its shading device. Field observations, measurements, and literature studies were carried out to collect and process data in this descriptive-evaluative research. The calculation results using correlation analysis on statistic software shows a very large correlation between orientation and thermal temperature. The best orientation based on this study is the building with an orientation facing east tends to the north. In its optimization, several types of shading such as vertical vin, horizontal plane, and overhang horizontal louvers can be combined to be applied.*

*Keywords: thermal temperature, building orientation, residential house, shading device*

DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....                     | <b>i</b>    |
| <b>PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI</b> .....       | <b>ii</b>   |
| <b>SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI</b> .....             | <b>iii</b>  |
| <b>LEMBAR HASIL DETEKSI PLAGIASI SKRIPSI</b> ..... | <b>iv</b>   |
| <b>RINGKASAN</b> .....                             | <b>v</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                        | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                            | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                         | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                          | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR DIAGRAM</b> .....                        | <b>xiv</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                     | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang.....                            | 1           |
| 1.2 Identifikasi Masalah.....                      | 3           |
| 1.3 Rumusan Masalah.....                           | 3           |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                        | 3           |
| 1.5 Lingkup dan Pembahasan (Batasan Masalah).....  | 3           |
| 1.6 Kontribusi / Manfaat Penelitian.....           | 4           |
| 1.7 Sistematika Pembahasan .....                   | 4           |
| 1.8 Kerangka Pemikiran.....                        | 6           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....               | <b>7</b>    |
| 2.1 Fasade.....                                    | 7           |
| 2.1.1 Komposisi Fasade.....                        | 7           |
| 2.2 <i>Shading Device</i> .....                    | 8           |
| 2.2.1 Orientasi Perangkat <i>Shading</i> .....     | 10          |
| 2.2.2 Perhitungan <i>Sun Shading</i> / Kanopi..... | 11          |
| 2.3 Orientasi Bangunan.....                        | 13          |
| 2.4 Kenyamanan terhadap Termal.....                | 14          |
| 2.4.1 Suhu Udara.....                              | 15          |
| 2.5 Penelitian Terdahulu.....                      | 16          |
| 2.6 Kerangka Teori.....                            | 21          |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....             | <b>22</b>   |
| 3.1 Jenis Penelitian.....                          | 22          |





|       |  |           |
|-------|--|-----------|
| 3.2   | Lokasi dan Objek Penelitian.....                 | 22        |
| 3.3   | Populasi dan Sampel.....                         | 23        |
| 3.4   | Variabel Penelitian.....                         | 24        |
| 3.5   | Jenis dan Metode Pengumpulan Data.....           | 24        |
| 3.6   | Waktu Penelitian.....                            | 26        |
| 3.7   | Teknik Analisa Data.....                         | 26        |
| 3.7.1 | Analisa Suhu Termal.....                         | 26        |
| 3.7.2 | Analisa <i>Shading Device</i> .....              | 27        |
| 3.7.3 | Analisa Program Statistik (SPSS).....            | 28        |
| 3.8   | Kerangka Penelitian.....                         | 29        |
|       | .....  | 29        |
|       | <b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>                    | <b>30</b> |
| 4.1   | Gambaran Umum Lokasi Objek.....                  | 30        |
| 4.1.1 | Kondisi Geografis Lokasi Objek.....              | 32        |
| 4.2   | Karakteristik Area Titik Pengukuran.....         | 34        |
| 4.2.1 | Titik Pengukuran Orientasi Cenderung Timur.....  | 35        |
| 4.2.2 | Titik Pengukuran Orientasi Cenderung Barat.....  | 39        |
| 4.3   | Analisa Pengukuran Suhu Termal.....              | 42        |
| 4.3.1 | Suhu Termal Pagi Hari.....                       | 43        |
| 4.3.2 | Suhu Termal Siang Hari.....                      | 47        |
| 4.3.3 | Suhu Termal Sore Hari.....                       | 54        |
| 4.3.4 | Rekapitulasi Suhu Termal Pagi, Siang & Sore..... | 57        |
| 4.3.5 | Analisa SPSS.....                                | 60        |
| 4.3.6 | Analisa Evaluatif Suhu Termal.....               | 65        |
| 4.4   | Analisa <i>Sun Shading</i> .....                 | 67        |
| 4.4.1 | Eksisting Sisi Timur (Orientasi 1-3).....        | 67        |
| 4.4.2 | Eksisting Sisi Barat (Orientasi 4-6).....        | 69        |
| 4.4.3 | Perhitungan VSA (SBV) & HSA (SBH).....           | 70        |
| 4.4.4 | Perhitungan Panjang <i>Shading Device</i> .....  | 76        |
| 4.4.5 | Analisa Evaluatif <i>Shading Device</i> .....    | 84        |
| 4.5   | Rekomendasi Desain.....                          | 85        |
| 4.5.1 | Rekomendasi Orientasi 2.....                     | 90        |
| 4.5.2 | Rekomendasi Orientasi 3.....                     | 93        |
| 4.5.3 | Rekomendasi Orientasi 4.....                     | 97        |
| 4.5.4 | Rekomendasi Orientasi 5.....                     | 100       |
|       |  | ix        |

4.5.5 Rekomendasi Orientasi 6 ..... 101

**BAB V KESIMPULAN & SARAN ..... 104**

5.1 Kesimpulan ..... 104

5.2 Saran ..... 104

**DAFTAR PUSTAKA ..... 105**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Macam - macam sun shading ..... 8

Gambar 2 2 Setiap Orientasi Memerlukan Strategi Shading yang Berbeda ..... 11

Gambar 2 3 Jendela di timur dan barat ketika fasad menghadap utara atau selatan..... 11

Gambar 2 4 VSA dan HSA ..... 12

Gambar 3 1 Peta Lokasi Objek ..... 22

Gambar 3 2 Site Plan Cluster Green Hill ..... 23

Gambar 3 3 Tipe Celio ..... 24

Gambar 3 4 Titik Pengukuran pada Denah ..... 26

Gambar 4 1 Titik Lokasi Objek terhadap Kota Malang ..... 30

Gambar 4 2 Titik Lokasi Objek terhadap Kecamatan Kedungkandang ..... 31

Gambar 4 3 Titik Lokasi Objek terhadap Kelurahan Buring ..... 31

Gambar 4 4 Area Perumahan Citra Garden City ..... 31

Gambar 4 5 Siteplan Lokasi (Perumahan Citra Garden City Malang) ..... 32

Gambar 4 6 Koordinat dan Ketinggian Lokasi Objek ..... 32

Gambar 4 7 Kondisi Iklim Kota Malang Bulanan (1982-2012)..... 34

Gambar 4 8 Orientasi 1 ..... 35

Gambar 4 9 Orientasi 2 ..... 36

Gambar 4 10 Orientasi 3 ..... 37

Gambar 4 11 Denah Rumah Tipe Celio Lt.1 (Orientasi 1, 2, dan 3)..... 38

Gambar 4 12 Orientasi 4 ..... 39

Gambar 4 13 Orientasi 5 ..... 40

Gambar 4 14 Orientasi 6 ..... 41

Gambar 4 15 Denah Tipe Palatino (Orientasi 4, 5, dan 6) ..... 42

Gambar 4 16 Kondisi Langit saat Pengukuran ..... 43

Gambar 4 17 Tampilan Tabel Data Suhu Termal (Sisi Cenderung Timur) ..... 62

Gambar 4 18 Hasil Analisa Korelasi Orientasi Cenderung Timur terhadap Suhu Termal menggunakan SPSS ..... 62

Gambar 4 19 Tampilan Tabel Data Suhu Termal (Sisi Cenderung Barat) ..... 64

Gambar 4 20 Hasil Analisa Korelasi Orientasi Cenderung Barat terhadap Suhu Termal menggunakan SPSS ..... 65

Gambar 4 21 Eksisting Bangunan Orientasi Cenderung Timur (1, 2, dan 3) ..... 68

Gambar 4 22 Detail Eksisting Shading Bangunan Orientasi Cenderung Timur (1,2 dan 3) ..... 69

Gambar 4 23 Eksisting Bangunan Orientasi Cenderung Barat (4, 5, dan 6) ..... 70

Gambar 4 24 Shading Mask for Stereographic Sunpath Diagram ..... 71

Gambar 4 25 Stereographic Sunpath Diagram (Latitude: 8S) ..... 71

Gambar 4 26 Stereographic Sunpath Diagram (Citra Garden City Malang) ..... 72

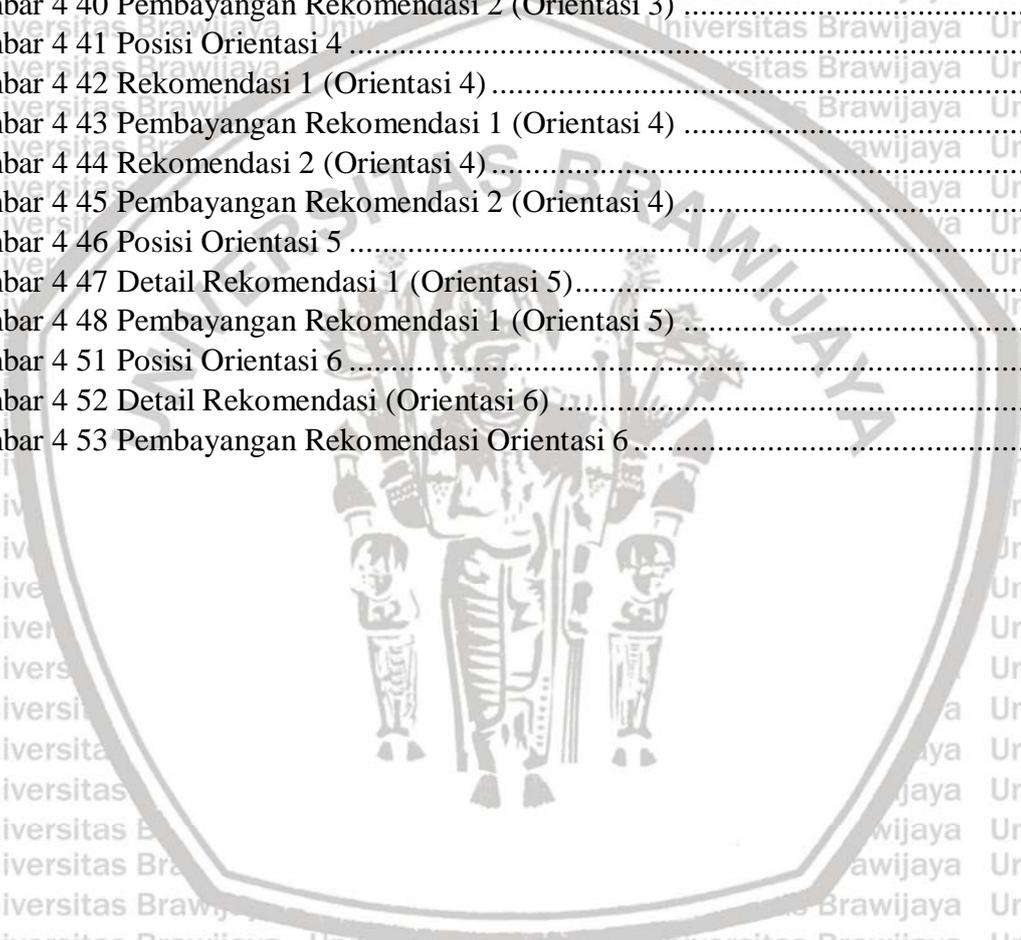
Gambar 4 27 Contoh Shading Tambahan ..... 85

Gambar 4 28 Contoh Shading Tambahan ..... 86

Gambar 4 29 Aluminium Aerofoin Sun Louvres ..... 86

Gambar 4 30 Posisi Orientasi 2 ..... 90

|   |     |
|---|-----|
| Gambar 4 31 Rekomendasi 1 (Orientasi 2) .....                 | 91  |
| Gambar 4 32 Pembayangan Rekomendasi 1 (Orientasi 2) .....     | 92  |
| Gambar 4 33 Rekomendasi 2 (Orientasi 2) .....                 | 92  |
| Gambar 4 34 Pembayangan Rekomendasi 2 (Orientasi 2) .....     | 93  |
| Gambar 4 35 Posisi Orientasi 3 .....                          | 93  |
| Gambar 4 36 Detail Rekomendasi 1 (Orientasi 3).....           | 94  |
| Gambar 4 37 Pembayangan Rekomendasi 1 (Orientasi 3) .....     | 95  |
| Gambar 4 38 Detail Rekomendasi 2(Orientasi 3).....            | 95  |
| Gambar 4 39 Detail Potongan Rekomendasi 2 (Orientasi 3) ..... | 96  |
| Gambar 4 40 Pembayangan Rekomendasi 2 (Orientasi 3) .....     | 97  |
| Gambar 4 41 Posisi Orientasi 4 .....                          | 97  |
| Gambar 4 42 Rekomendasi 1 (Orientasi 4) .....                 | 98  |
| Gambar 4 43 Pembayangan Rekomendasi 1 (Orientasi 4) .....     | 98  |
| Gambar 4 44 Rekomendasi 2 (Orientasi 4) .....                 | 99  |
| Gambar 4 45 Pembayangan Rekomendasi 2 (Orientasi 4) .....     | 99  |
| Gambar 4 46 Posisi Orientasi 5 .....                          | 100 |
| Gambar 4 47 Detail Rekomendasi 1 (Orientasi 5).....           | 100 |
| Gambar 4 48 Pembayangan Rekomendasi 1 (Orientasi 5) .....     | 101 |
| Gambar 4 51 Posisi Orientasi 6 .....                          | 101 |
| Gambar 4 52 Detail Rekomendasi (Orientasi 6) .....            | 102 |
| Gambar 4 53 Pembayangan Rekomendasi Orientasi 6 .....         | 103 |



**DAFTAR TABEL**

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2 1 Jenis - Jenis Sun Shading .....   | 9  |
| Tabel 2 2 Penelitian Terdahulu .....  | 16 |
| Tabel 4 1 Pengukuran Suhu Termal Pagi Hari (21/01/2020) .....                           | 43 |
| Tabel 4 2 Suhu Termal Siang Hari (20/01/2020) .....                                     | 47 |
| Tabel 4 3 Pengukuran Suhu Siang Hari (21/01/2020) .....                                 | 49 |
| Tabel 4 4 Pengukuran Suhu Termal Sore Hari (21/01/2020) .....                           | 54 |
| Tabel 4 5 Suhu Termal 20/01/2020 .....  | 57 |
| Tabel 4 6 Suhu Termal 21/01/2020 .....  | 57 |
| Tabel 4 7 Rata-Rata Pengukuran Suhu Termal (20/01/2020 - 21/01/2020) .....              | 58 |
| Tabel 4 8 Rata - Rata Suhu Termal Tiap Orientasi .....                                  | 59 |
| Tabel 4 9 Evaluasi Suhu Termal Pagi Hari .....  | 65 |
| Tabel 4 10 Evaluasi Suhu Termal Siang Hari (20/01/2020) .....                           | 66 |
| Tabel 4 11 Evaluasi Suhu Termal Siang Hari (21/01/2020) .....                           | 66 |
| Tabel 4 12 Evaluasi Suhu Termal Sore Hari .....   | 67 |
| Tabel 4 13 Hasil Perhitungan SBV & SBH Orientasi 1 .....                                | 73 |
| Tabel 4 14 Hasil Perhitungan SBV & SBH Orientasi 2 .....                                | 74 |
| Tabel 4 15 Hasil Perhitungan SBV & SBH Orientasi 3 .....                                | 74 |
| Tabel 4 16 Hasil Perhitungan SBV & SBH Orientasi 4 .....                                | 75 |
| Tabel 4 17 Hasil Perhitungan SBV & SBH Orientasi 5 .....                                | 75 |
| Tabel 4 18 Hasil Perhitungan SBV & SBH Orientasi 6 .....                                | 76 |
| Tabel 4 19 SBV & SBH Orientasi 1 (Kondisi Terpanas) .....                               | 77 |
| Tabel 4 20 SBV & SBH Orientasi 2 (Kondisi Terpanas) .....                               | 78 |
| Tabel 4 21 SBV & SBH Orientasi 3 (Kondisi Terpanas) .....                               | 79 |
| Tabel 4 22 SBV & SBH Orientasi 4 (Kondisi Terpanas) .....                               | 80 |
| Tabel 4 23 SBV & SBH Orientasi 5 (Kondisi Terpanas) .....                               | 81 |
| Tabel 4 24 SBV & SBH Orientasi 6 (Kondisi Terpanas) .....                               | 82 |
| Tabel 4 25 Rekapitulasi Panjang Shading & Lebar Sirip (Orientasi Cenderung Timur) ..... | 83 |
| Tabel 4 26 Rekapitulasi Panjang Shading & Lebar Sirip (Orientasi Cenderung Barat) ..... | 84 |
| Tabel 4 27 Analisa Evaluatif Panjang Shading (Orientasi Cenderung Timur) .....          | 84 |
| Tabel 4 28 Analisa Evaluatif Lebar Sirip (Orientasi Cenderung Timur) .....              | 84 |
| Tabel 4 29 Analisa Evaluatif Panjang Shading (Orientasi Cenderung Barat) .....          | 84 |
| Tabel 4 30 Analisa Evaluatif Lebar Sirip (Orientasi Cenderung Barat) .....              | 84 |
| Tabel 4 31 Kriteria Shading Orientasi 2,4 .....   | 87 |
| Tabel 4 32 Tabel Kriteria Shading Orientasi 3, 5, dan 6 .....                           | 89 |

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 4 1 Malang-Indonesia Average Monthly Temperature & Rainfall .....33

Diagram 4 2 Rata - Rata Temperatur Kota Malang Siang dan Malam Hari .....33

Diagram 4 3 Pengukuran Suhu Pagi Hari (21/01/2020) .....44

Diagram 4 4 Pengukuran Suhu Pagi Hari (Di dalam dan di luar ruangan) .....45

Diagram 4 5 Pengukuran Suhu Siang Hari (20/01/2020) .....48

Diagram 4 6 Pengukuran Suhu Siang Hari (20/02/2020) di Luar dan di dalam Ruangan...48

Diagram 4 7 Pengukuran Suhu Siang Hari (21/01/2020) .....50

Diagram 4 8 Pengukuran Suhu Siang Hari (21/01/2020) Di dalam dan di luar ruangan ....50

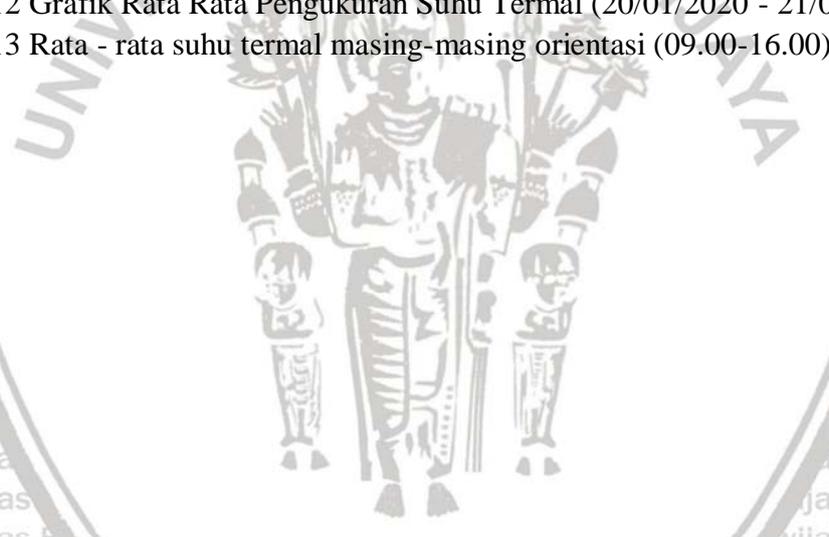
Diagram 4 9 Pengukuran Suhu Termal Sore Hari (21/01/2020) .....54

Diagram 4 10 Pengukuran Suhu Termal Sore Hari (21/01/2020) Di dalam dan di luar ruangan.....55

Diagram 4 11 Pengukuran Suhu Termal 21/01/2020 .....58

Diagram 4 12 Grafik Rata Rata Pengukuran Suhu Termal (20/01/2020 - 21/01/2020) .....59

Diagram 4 13 Rata - rata suhu termal masing-masing orientasi (09.00-16.00) .....60



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kota Malang di Jawa Timur kini terus menggeliat seiring dengan pengembangan sektor infrastruktur yang juga sudah menyentuh wilayah ini. Berkembang pesatnya properti di Malang Raya juga tidak lepas dari pembenahan dan pembangunan infrastruktur, baik dalam kota, maupun dari dan menuju Malang. Bahkan Pemerintahan Kota Malang, Kota Batu dan Kabupaten Malang akan berkolaborasi untuk mengembangkan infrastruktur bersama.

Tidak hanya itu, infrastruktur pun terus dibangun. Di antaranya, Jalan Tol Pandaan-Malang yang telah selesai pada tahun 2019. Kehadiran jalan tol tersebut memangkas waktu signifikan dalam waktu tempuh Kota Malang menuju kota pusat bisnis Surabaya yang biasanya hingga tiga jam, bahkan saat week end bisa mencapai enam jam, kini bisa ditempuh hanya dalam waktu 1 jam.

Mengimbangi pembangunan ruas tol Pandaan-Malang, ruas jalan dalam Kota Malang juga terus dibenahi baik dengan pelebaran, perbaikan, hingga perubahan status jalan yang ada. Pemerintah Kota Malang saat ini sedang menyiapkan perluasan Jalan Ki Ageng Gribig (yang kini telah selesai, dan menjadi Ki Ageng Gribig Boulevard), serta Jl. Mayjend Sungkono. Dengan adanya perluasan jalan tersebut, Bandara Abdulrachman Saleh akan berada satu jalur dengan koridor utama di Malang Timur. Termasuk jalan layang Kedungkandang yang juga merupakan akses jalan pendukung tol karena tersambung dengan Jalan Ki Ageng Gribig.

Berkembangnya infrastruktur ini memiliki dampak lain bagi lingkungan Kota Malang, seperti yang dikatakan oleh Prakirawan BMKG Stasiun Klimatologi Karangploso, Malang, Ahmad Luthfi, yang dijabarkan dalam situs warta online [mediaindonesia.com](http://mediaindonesia.com) Malang raya mengalami perubahan suhu udara menuju kenaikan yang berlangsung selama beberapa tahun terakhir. Dalam penuturannya, ia juga menambahkan bahwa kenaikan temperatur udara pada Kota Malang ini disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk, volume kendaraan yang keluar-masuk di Kota Malang, serta berkurangnya RTH karena digarap menjadi lahan perumahan.

Keberadaan jalan tol ini dinilai semakin meningkatkan pamor properti di Malang Raya.

Bahkan menurut [propertyandthecity.com](http://propertyandthecity.com) diprediksi akan tumbuh mencapai 20 persen lebih,

begitu jalan tol ini beroperasi. Sejak tahun 2017, sudah terdapat sekitar delapan hingga 10 proyek properti landed house baru yang dikembangkan di Malang Raya. Beberapa diantaranya adalah Green Orchid Residence dengan luas 100 hektar, Ciputra Group dengan proyek CitraGarden City nya seluas 100 hektar, lalu Araya Group dengan proyeknya The Araya Malang di atas lahan 1000 hektar, selanjutnya juga terdapat PT Panorama Agro Tirta dengan proyeknya Villa Puncak Tidar dan AustinVille dengan luas masing-masing 200 dan 10 hektar, The OZ, Australian City of Malang di daerah Tidar dengan luas 35 hektar, Green Stone oleh PT Notojoyo Nusantara dengan lahan 30 hektar, The Lavender Town House Malang, Perumahan Permata Jingga dengan luas lahan 20 hektar dan Griyasanta Eksekutif, serta Karangploso Townhouse dengan lahan 12 hektar.

Tren yang berkembang masa kini yaitu penataan – penataan bangunan pada perumahan kurang memperhatikan aspek thermal dan lingkungannya. Hal itu dapat dilihat dari penataannya cenderung berkelompok dan sangat jarang sekali ditata dalam pola yang berbentuk satu garis atau secara linear yang hanya terdapat 1 arah hadap, terlebih jika lahan yang dimiliki perumahan tersebut cukup luas.. Sehingga mengakibatkan orientasi bangunan – bangunan khususnya dalam 1 cluster perumahan yang tipe rumahnya sejenis menjadi beragam serta tidak dapat diganggu gugat mengingat perencanaannya yang sudah dibuat sedemikian rupa untuk memaksimalkan penggunaan lahan dan mencapai keuntungan yang tinggi.

Seperti yang ada pada salah satu perumahan terbesar yang proyeknya kini turut merambah ke Kota Malang yakni garapan dari PT. Ciputra Group dengan lokasinya di koridor utama Malang Timur, Jl. Mayjend Sungkono, Kecamatan Kedungkandang. PT Ciputra Indonesia mengembangkan Perumahan Citra Garden City di lahan seluas 100 Ha di kawasan Buring Kota Malang dengan total 3.000 unit rumah dengan total investasi Rp1,7 Triliun.

Meninjau dari masterplan yang ada, penataan rumah – rumah pada cluster *Green Hill* di perumahan ini terbilang cukup unik karena terdapat beberapa rumah dengan orientasi yang berbeda – beda, dan perbedaannya bukan hanya sebatas menghadap utara-selatan maupun timur-barat.

Apabila *shading device* pada bangunan rumah tinggal tidak optimal, maka cahaya yang masuk ke dalam bangunan akan berlebihan dan berdampak pula pada semakin meningkatnya suhu didalam ruangan, terlebih jika bangunan tersebut menghadap ke arah cahaya matahari secara *direct*. Oleh karena itu, desain fasad bangunan perlu diperhatikan dan dioptimalkan sesuai orientasinya demi mendapatkan kondisi termal yang baik.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan Latar Belakang yang telah dipaparkan pada penjabaran diatas, dapat diidentifikasi beberapa masalah yang diangkat dalam penelitian ini diantaranya:

1. Pengembang / developer perumahan memaksimalkan penggunaan lahan agar tercapai keuntungan yang optimal.
2. Terdapat 6 arah hadap rumah yang berbeda-beda namun hanya memiliki 2 jenis desain fasad (3 orientasi memiliki 1 desain fasad yang sama).
3. *Shading device* pada bangunan rumah tinggal perlu dioptimalkan sesuai orientasinya untuk mencapai lingkungan termal yang sesuai dengan standart.

## 1.3 Rumusan Masalah

Dari masalah – masalah yang telah teridentifikasi sebelumnya, maka dapat dirumuskan masalah penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh orientasi bangunan terhadap suhu termal pada bangunan di Cluster *Green Hill* Citra Garden City Malang?
2. Bagaimana orientasi bangunan terbaik ditinjau dari aspek termalnya?
3. Bagaimana mengoptimalkan *shading device* pada bangunan rumah tinggal Cluster *Green Hill* Perumahan Citra Garden City Malang ditinjau dari orientasinya?

## 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh dari orientasi bangunan terhadap kinerja suhu termal ruang dalam bangunan rumah tinggal di Cluster *Green Hill* Perumahan Citra Garden City Malang.
2. Mengetahui arah hadap bangunan terbaik pada Cluster *Green Hill* Citra Garden City Malang ditinjau dari aspek suhu termalnya.
3. Mengoptimalkan respon desain fasad (*shading device*) pada bangunan rumah tinggal di Cluster *Green Hill* Citra Garden City Malang dengan orientasi yang kurang baik.

## 1.5 Lingkup dan Pembahasan (Batasan Masalah)

Dalam pembahasan penelitian ini terdapat batasan – batasan seberapa jauh lingkup pembahasan yang akan dibahas nantinya, dan batasan penelitian tersebut diantaranya:

1. Dalam kasus penelitian ini, objek yang diteliti adalah rumah tinggal yang ada pada cluster *Green Hill* Perumahan Citra Garden City Malang.
2. Fokus penelitian ini yaitu pada suhu termal yang ada di dalam bangunan rumah tinggal.

3. Variabel – variabel yang ada pada penelitian ini yaitu; suhu thermal, orientasi bangunan, dan respon desain fasad (yang berfokus hanya pada *shading device*).

#### 1.6 Kontribusi / Manfaat Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat – manfaat diantaranya:

1. Manfaat bagi penulis yaitu dapat memperluas pengetahuan serta wawasan mengenai orientasi bangunan, kinerja thermal, dan desain fasad yang optimal (*shading*)
2. Manfaat bagi bidang akademis yaitu menambah khasanah ilmu pengetahuan tentang respon desain fasad yang optimal bagi bangunan rumah tinggal ditinjau dari kinerja thermalnya yang dipengaruhi oleh orientasi.
3. Manfaat bagi praktisi dalam pengelolaan, pengembangan, dan pengoptimalan bangunan pada perumahan Citra Garden City Malang.

#### 1.7 Sistematika Pembahasan

##### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi perihal latar belakang hingga menemukan rumusan masalah dari penelitian ini sehingga diketahui pula tujuan dan manfaatnya. Pada BAB I ini juga memuat kerangka berpikir keseluruhan dari latar belakang penelitian ini secara makro yaitu dari isu yang ada di Kota Malang hingga isu secara mikro yakni penataan rumah pada perumahan Citra Garden City Malang yang kemudian dikaitkan terhadap suhu termalnya.

##### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan seputar pustaka – pustaka yang membahas berbagai teori tentang fasad, *shading device*, orientasi bangunan, hingga kenyamanan termal, serta jurnal – jurnal terkait penelitian tentang orientasi bangunan, *shading device* yang kaitannya dengan termalnya yang dapat digunakan sebagai tinjauan maupun acuan dasar dari penelitian ini.

##### BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang jenis penelitian yang dilakukan pada penelitian ini, pendekatan penelitian, variable-variabel yang terlibat pada penelitian seperti *sun shading*, hingga teknik pengumpulan datanya yang berupa observasi lapangan dan dokumentasi. Pada bab ini juga dijelaskan tentang dan teknik analisa yang akan digunakan, diantaranya analisa *sun shadingnya*, analisa

##### BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini telah didapatkan hasil dari penelitian yang dilakukan sebagaimana metodenya sudah dijelaskan pada Bab III sebelumnya. Beberapa hal yang dibahas pada hasil penelitian pada bab IV ini diantaranya analisa dari kondisi geografis dari lingkungan penelitian, karakteristik area pengukuran, analisa suhu termal, analisa *sun shading*, hingga menghasilkan rekomendasi desain.

## BAB V KESIMPULAN

Bab ini merupakan kesimpulan secara keseluruhan dari analisa-analisa yang telah dibahas pada bab IV sebelumnya. Kesimpulan didapat dari masing-masing analisa penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan yang didapat dari analisa juga disesuaikan sebagaimana menjawab dari rumusan masalah yang ada pada bab I.



**LATAR BELAKANG**

Kota Malang  
↓  
Mengalami Perkembangan Infrastruktur (Tol dan Pelebaran Jalan)  
↓  
Perkembangan Properti mencapai 20%  
↓  
Karakteristik Penataan Rumah – Rumah pada Perumahan, dengan memaksimalkan penggunaan lahan untuk mencapai keuntungan tertinggi (tidak memperhatikan aspek termal)  
↓  
Arah hadap bangunan pada perumahan bermacam-macam  
↓  
Kondisi termal bangunan berbeda-beda sesuai orientasinya  
↓  
Perumahan Citra Garden City dengan *cluster Green Hill* nya yang memiliki penataan unik dan menyebabkan bangunan dengan jenis yang sama memiliki 6 arah hadap yang berbeda.

**RUMUSAN MASALAH**

1. Bagaimana pengaruh orientasi bangunan terhadap kinerja suhu termal pada bangunan di Cluster *Green Hill* Citra Garden City Malang?
2. Bagaimana orientasi bangunan terbaik ditinjau dari aspek termalnya?
3. Bagaimana mengoptimalkan respon desain fasad (*shading device*) pada bangunan rumah tinggal Cluster *Green Hill* Perumahan Citra Garden City Malang ditinjau dari aspek termalnya?

**TUJUAN PENELITIAN**

1. Mengetahui pengaruh dari orientasi bangunan terhadap kinerja termal ruang dalam bangunan rumah tinggal di Cluster *Green Hill* Perumahan Citra Garden City Malang.
2. Mengetahui arah hadap bangunan terbaik pada Cluster *Green Hill* Citra Garden City Malang ditinjau dari aspek termalnya.
3. Mengoptimalkan respon desain fasad pada bangunan rumah tinggal di Cluster *Green Hill* Citra Garden City Malang dengan orientasi yang kurang baik.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Fasade

Akar kata "fasade" (facade) diambil dari kata Latin "facies" yang merupakan sinonim kata-kata "face" (wajah) dan "appearance" (penampilan). Fasade adalah bagian muka utama eksterior bangunan, berada pada salah satu sisi utama yang biasanya menghadap ke jalan. Fasade utama biasanya adalah sisi bangunan yang mempunyai entrance/pintu masuk utama dan mempunyai karakter detail yang stylistic (Krier, 1996:122).

Krier (2001) menjelaskan komposisi fasad harus mempertimbangkan persyaratan fungsional yaitu jendela, bukaan pintu, pelindung matahari dan bidang atap. Desain fasad pada dasarnya berkaitan dengan penciptaan kesatuan harmonis antara proporsi yang baik, penyusunan struktur vertikal dan horisontal, ritme bahan, warna dan elemen dekoratif.

Fasad merupakan salah satu elemen arsitektur yang berperan penting pada penampilan sebuah bangunan. Melalui fasad, penampilan bangunan dapat dilihat melalui eksteriornya dan memiliki dampak keruangan pada bagian interiornya. Selain untuk menunjang penampilan suatu bangunan, fasad memiliki fungsi lain yang berkaitan dengan ruang-ruang di dalamnya.

Fasad arsitektur mempengaruhi view, pencahayaan, ventilasi, kenyamanan pengguna, aliran beban serta servis pada bangunan (Knaack, 2007:8-9). Maka dapat disimpulkan bahwa fungsi fasad terbagi menjadi 2 aspek, yaitu fungsi pada bagian eksterior dan interior. Pada lingkup eksterior, fasad berfungsi menunjang penampilan bangunan. Pada lingkup interior, fasad berfungsi menunjang kenyamanan pengguna yang terdiri dari kenyamanan termal, visual dan akustik.

#### 2.1.1 Komposisi Fasade

Menurut Krier (1988) dalam Suherman (2015) elemen-elemen pembentuk fasad, terdiri dari pintu, jendela, dinding, atap, dan *sun shading*. Pintu memiliki peranan yang menentukan dalam menghasilkan arah dan makna pada suatu ruang. Sedangkan jendela pada fasad harus memperhatikan proporsi geometris fasad, penataan komposisi, serta keharmonisan proporsigeometri. Distribusi jendela pada fasad memberikan efek tertentu dalam mempertegas fasad. Jendela dapat bergabung dalam kelompok-kelompok kecil atau membagi fasad dengan elemen-elemen yang hampir terpisah dan membentuk simbol tertentu. Dinding pada fasad dapat sebagai tonjolan pada bangunan. Sedangkan atap pada fasad merupakan mahkota

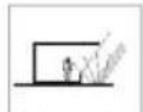
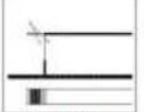
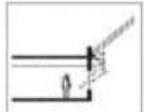
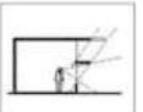
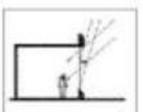
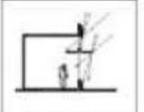
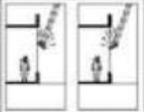
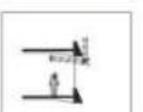
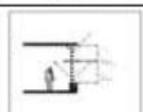
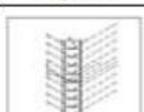
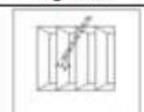
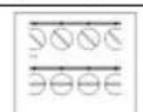
bangunan yang disangga oleh dinding. Lalu *sun shading* dan ornamen merupakan respon fasad pada iklim lingkungan bangunan.

Menurut Utami,dkk (2013) Fasade juga menyampaikan keadaan budaya saat bangunan itu dibangun, fasade mengungkapkan kriteria tatanan dan penataan, dan berjasa memberikan kemungkinan dan kreativitas dalam ornamen dan dekorasi. Elemen-elemen fasad antara lain: Jendela, Pintu, Dinding, Atap & Sun Shading.

Menurut Lippsmeier (1980:74-90) dalam Ramadanta (2010). elemen fasad bangunan yang sekaligus merupakan komponen yang mempengaruhi fasad bangunan yaitu atap, dinding dan lantai. Jadi elemen fasad arsitektur terdiri dari bukaan, penutup dan pendukung. Elemen fasad pada bukaan terdiri dari pintu, dan jendela atau ventilasi. Elemen fasad pada penutup berupa dinding, atap dan lantai. Sedangkan elemen pendukung berupa sun shading dan ornamen pelengkap. Untuk kenyamanan akustik elemen yang berpengaruh yaitu pintu, jendela, dinding dan atap. Elemen fasad yang berpengaruh untuk kenyamanan visual yaitu jendela, dinding, lantai dan sun shading. Sedangkan elemen fasad yang berpengaruh untuk kenyamanan termal yaitu jendela, dinding, atap dan sun shading.

**2.2 Shading Device**

*Shading Device* adalah peredam atau penghalang cahaya matahari agar cahaya matahari tidak secara langsung masuk ke dalam ruangan. Bentuk dan penerapan dari sun shading sendiri ada bermacam – macam, mulai dari besaran dan juga material yang digunakan.

|   |  |   |  |  |  |
|---|--|---|--|--|--|
| <br>Solid Overhang             | <br>Louvered Overhang               | <br>Sun-catcher              | Transparent Overhang   | Temporary Overhang- Awning   | <br>Double Overhang               |
| <br>Lightshelf                 | <br>Reflectance Exterior Lightshelf | <br>Mirror Sloped Lightshelf | <br>Reflectance Interior Lightshelf | <br>Precast Sloping Lightshelf | <br>Dynamic Lightshelf            |
| <br>Multiple Louver Horizontal | Medium Scale Horizontal Louvers  | <br>Venetian Blinds          | <br>Medium-Scale Vertical Louvers   | Medium Scale Dynamic Louvers   | <br>Smaller Scale Dynamic Louvers |

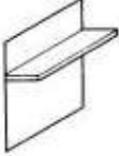
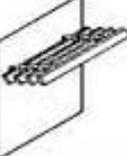
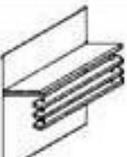
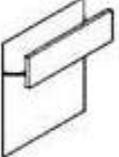
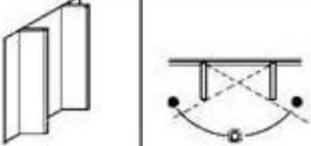
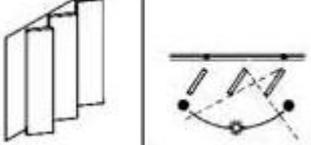
Gambar 2 |Macam - macam sun shading

Sumber : <http://fabserver.utm.my>

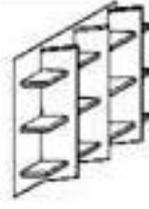


Berdasarkan teori sun shading, ada 3 dasar cara perletakkan sun shading pada fasade bangunan, yaitu vertical shading device, horizontal shading device, dan eggcrate shading type device (Watson, 1993) Perangkat shading yang ideal akan memblokir maksimum radiasi matahari sementara masih memungkinkan pandangan dan angin masuk ke jendela. Tabel 2.2 menunjukkan beberapa perangkat shading yang paling umum

Tabel 2.1 Jenis - Jenis Sun Shading

| No. | Deskripsi Nama   | Orientasi Terbaik     | Keterangan  |
|-----|--|-----------------------|---|
| 1   | <br>Overhang Horizontal Panel                       | Selatan, Timur, Barat | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perangkap udara panas</li> <li>Dapat dimuat oleh angin</li> </ul>  |
| 2   | <br>Overhang Horizontal Louvers in Horizontal Plane | Selatan, Timur, Barat | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gerakan udara bebas</li> <li>Beban angin kecil</li> </ul>  |
| 3   | <br>Overhang Horizontal Louvers in Vertical Plane | Selatan, Timur, Barat | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengurangi panjang overhang</li> <li>Pembatasan penglihatan (<i>visual barrier</i>)</li> <li>Tersedia jalur hiasan pada jendela</li> </ul> |
| 4   | <br>Overhang Vertical Panel                       | Selatan, Timur, Barat | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gerakan udara bebas</li> <li>Pembatasan penglihatan (<i>visual barrier</i>)</li> </ul>   |
| 5   | <br>Vertical Fin                                  | Timur, Barat          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pembatasan penglihatan (<i>visual barrier</i>)</li> <li>Untuk fasade utara hanya pada iklim panas</li> </ul>                               |
| 6   | <br>Vertical Fin Slanted                          | Timur, Barat          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Miring ke arah utara</li> <li>Membatasi penglihatan secara signifikan</li> </ul>   |



|   |  |              |  |
|---|--|--------------|--|
| 7 |  <p><i>Eggcrate</i></p>                   | Timur, Barat | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk iklim yang sangat panas</li> <li>• Penglihatan sangat terbatas</li> <li>• Perangkap udara panas</li> </ul>                                  |
| 8 |  <p><i>Eggcrate with Slanted Fins</i></p> | Timur, Barat | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miring ke arah utara</li> <li>• Penglihatan sangat terbatas</li> <li>• Perangkap Udara Panas</li> <li>• Untuk iklim yang sangat panas.</li> </ul> |

Sumber : Lechner, 2001

Elemen horizontal yang menonjol sangat efektif untuk menahan matahari tinggi, artinya untuk fasade utara selatan, sedangkan elemen vertical efektif untuk matahari rendah, yaitu untuk fasade timur dan barat. Makin dekat sebuah bangunan dengan khatulistiwa, dimana matahari hampir vertical di atas kepala, makin mudah melindungi fasade utara dan selatannya.

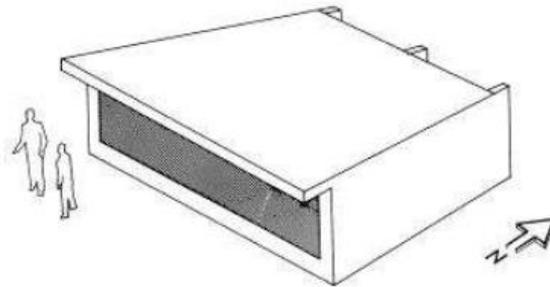
Kanopi merupakan bagian dari tampak bangunan yang secara langsung akan berhadapan dengan iklim mikro, sinar matahari, angin, dan hujan. Dalam pemanfaatan sinar matahari sebagai sumber pencahayaan bagi bangunan, maka hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- Sinar matahari selain memberi terang juga memberi panas. Dalam pemecahan secara teknis, kite berusaha mendapatkan terangnya dan sekaligus menolak atau mengurangi panasnya.
- Sejauh mungkin menghindari cahaya langsung dan mendapatkan cahaya tidak langsung.
- Untuk mendapatkan cahaya tidak langsung kita harus meletakkan lubang cahaya pada daerah bayang-bayang.

### 2.2.1 Orientasi Perangkat *Shading*

Overhang horisontal yang terletak pada jendela selatan sangat efektif selama musim panas karena matahari tinggi dari langit. Meskipun tidak terlalu efektif, overhang horizontal masih memiliki sisi baik pada arah timur, barat, dan utara. Dalam iklim panas, jendela yang menghadap utara juga membutuhkan pembayangan, karena selama musim panas matahari

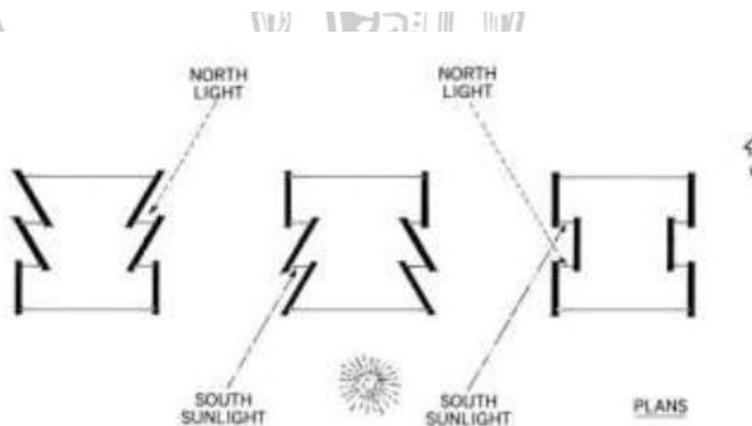
terbit dari timur laut dan tenggelam di barat laut. Karena matahari rendah dari langit, *overhang* horizontal sangat tidak efektif melainkan sirip vertical kecil bekerja lebih baik pada fasad utara (Lechner, 2001).



Gambar 2 2 Setiap Orientasi Memerlukan Strategi Shading yang Berbeda

Sumber : Lechner, 2001

Jendela yang menghadap ke Timur dan Barat menimbulkan masalah yang sulit karena sudut ketinggian matahari rendah di pagi dan sore hari. Solusi terbaik sejauh ini adalah untuk menghindari arah Timur dan memberikan jendela di arah Barat sebanyak mungkin. Solusi terbaik berikutnya adalah untuk memiliki jendela di sebelah timur dan barat ketika fasad menghadap utara atau selatan seperti yang ditunjukkan dalam rencana Gambar 2.3 (Lechner, 2001).

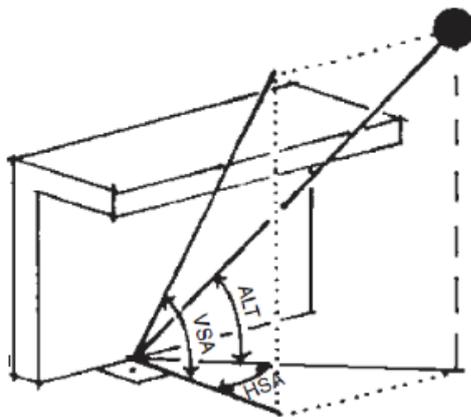


Gambar 2 3 Jendela di timur dan barat ketika fasad menghadap utara atau selatan

Sumber : Lechner, 2001

### 2.2.2 Perhitungan Sun Shading / Kanopi

Perhitungan kebutuhan *shading device* pada bangunan alangkah baiknya dilakukan secara terpisah pada tiap-tiap fasadnya dikarenakan pengaruh sudut datangnya radiasi matahari pada setiap fasad bangunan yang berbeda (Lippsmeier, 1980).



Gambar 2.4 VSA dan HSA

Sumber : Szokolay, 2004

Pada tabel 2.2, Lechner, N, (2001) telah mengklasifikasikan bentuk *sun shading* dan modifikasi terhadap bentuknya. Bentuk ini dibuat dengan orientasi matahari sebagai acuannya, akan tetapi untuk mengetahui tentang besar bentangan dan panjang dari *sun shading*, ditentukan oleh *shadow angle*. Untuk mendapatkan *shadow angle*, terdapat beberapa perimeter yang harus didapat terlebih dahulu.

Hal pertama yang harus dilakukan adalah mencari letak geografis pada tapak (*latitude* dan *longitude*). Letak geografis tapak merupakan krusial, dikarenakan letak geografis ini yang akan menentukan letak matahari dan orientasinya. Dan kedua yaitu mencari posisi matahari pada tapak.

#### a. Teori tentang *Shadow angle*

Desain dari setiap bentuk *sun shading* bergantung pada lintasan matahari di langit, dengan memperhitungkan juga orientasi bukaan pada bangunan. Untuk mempermudah dalam mendesain, menurut Wei, R, (2009) dalam *master thesisnya* menggunakan *Shadow angle*/sudut pembayangandalam mendesain selubung bangunan. Terdapat dua jenis *shadow angle*, yaitu HSA (*Horizontal Shadow Angle*) dan VSA (*Vertical Shadow Angle*). Untuk lebih jelasnya, akan dijelaskan pada berikut ini:

##### 1. HSA (*Horizontal Shadow Angle*)

*Horizontal Shadow Angle* adalah perbedaan antara *azimuth* matahari dengan orientasi pada sisi bangunan yang dapat diukur pada titik tepi bayangan jatuh. Semakin kecil sudut nya, semakin panjang dimensi horisontal sun shadingnya. (Gunawan R, 2011).

##### 2. VSA (*Vertical Shadow Angle*)

*Vertical Shadow Angle* adalah sudut pembayangan vertikal yang diukur saat ketinggian matahari sejajar dengan sisi bangunan (*fasade*). Semakin kecil sudutnya semakin panjang dimensi sun shading yang dibutuhkan (Gunawan R, 2011).

Dan berikut adalah cara menentukan dimensi kanopi ( shading dan sirip )

➤ Panjang *Shading Device*

$$x = y / \operatorname{tg} \alpha$$

Keterangan :

x = panjang *shading*

y = tinggi jendela yang akan dilindungi

$\alpha$  = sudut jatuh bayangan vertical

➤ Lebar Sirip

$$Z = L / \operatorname{tg} \beta$$

Keterangan :

Z = lebar sirip

L = lebar jendela yang akan dilindungi

$\beta$  = sudut jatuh bayangan horizontal

Pada dasarnya desain kanopi dipengaruhi oleh sudut datang sinar matahari yang mengenai bangunan. Sinar matahari terbagi menjadi dua yaitu: sinar matahari yang datang secara horizontal dan sinar matahari yang datang secara vertical. Kedua sinar matahari tersebut akan menentukan desain kanopi yang berbeda. Sinar yang datang secara horizontal akan menentukan desain kanopi vertikal, sedangkan sinar matahari yang datang secara vertical akan menentukan desain kanopi horizontal. Apabila kedua desain kanopi tersebut menjadi satu komposisi kanopi, yang akan melindungi penghuni dari pengaruh sinar matahari baik yang datang secara horizontal maupun vertical.

### 2.3 Orientasi Bangunan

Orientasi dari bangunan sangat menentukan jumlah radiasi matahari yang jatuh pada permukaan yang berbeda-beda arah pada saat yang berbeda. Sudah diakui bahwa radiasi matahari bersama suhu udara menghasilkan panas pada suatu obyek atau permukaan (Konya,1980).

Pada bukunya yang berjudul *Design With Climate*, Olgyay menyatakan bahwa pendekatan orientasi melalui *sol-air*, yaitu tidak hanya radiasi matahari yang diterima saja yang

dipertimbangkan tetapi juga dampak dari suhu panas. Pada iklim panas pada saat-saat suhu udara yang panas, perlu dilakukan pencegahan radiasi matahari, hal ini perbedaan suhu udara dalam bangunan dengan orientasi yang baik dan dengan orientasi yang buruk sampai 3 °C.

Menurut David Egan, orientasi bangunan yang paling optimum di semua daerah iklim adalah memanjang dari arah timur ke barat dan untuk daerah tropis lembab proporsi yang optimum antara lebar dan panjang adalah 1 : 1,7 dan proporsi yang bagus adalah 1:3 (M. David Egan, *Concept in Thermal Comfort*) Untuk bangunan di daerah tropis, bidang Barat dan Timur menerima radiasi lebih besar daripada bidang Utara dan Selatan.

Oleh karena itu, bangunan dengan orientasi ini cenderung lebih panas dibandingkan dengan orientasi lainnya. Selain orientasi terhadap matahari, orientasi terhadap arah angin juga dapat mempengaruhi kenyamanan termal, karena orientasi tersebut dapat mempengaruhi laju angin ke dalam ruangan (Boutet, 1987)

Menurut Olgyay(1963), secara umum bangunan yang memanjang Timur dan Barat lebih menguntungkan daripada Utara dan Selatan karena bangunan yang memanjang Utara-Selatan akan menerima lebih banyak panas radiasi. Oleh karena itu, beban panas radiasi yang paling mempengaruhi kondisi termal di dalam ruangan. Sehingga orientasi bangunan sangat mempengaruhi kenyamanan termal ruang.

Dari beberapa penelitian yang ada ditemukan kesimpulan dari hasil penelitiannya berbeda beda. Menurut kesimpulan penelitian Amelia(2013) yang berjudul Pengaruh Orientasi Bangunan Terhadap Kenyamanan Termal pada Perumahan di Bandung, didapatkan hasil yaitu unit dengan orientasi Utara-Barat, memiliki tingkat ketidaknyamanan yang paling tinggi.

Sedangkan dari 2 penelitian yang berbeda, yaitu penelitian dari Wildan Aji Gumelar yang berjudul “Pengaruh Orientasi dan Posisi terhadap Kinerja Penurunan Suhu dan Kelembapan pada Bangunan Rusunawa Mahasiswa UMM ”disimpulkan orientasi barat daya memiliki suhu yang lebih rendah dari pada suhu di timur laut, yang memiliki kesimpulan serupa dengan penelitian dari Abito Bamban Yuuwono dengan objek berupa rumah tinggal pada perumahan di Wonorejo, Surakarta didapat kesimpulan bahwa bangunan yang mengarah keselatan dan yang mengarah selatan agak serong ketenggara maupun yang mengarah selatan agak serong kebarat daya, mempunyai kemampuan menahan panas yang lebih baik dibanding arah orientasi yang lain.

#### 2.4 Kenyamanan terhadap Termal

Dari berbagai kepustakaan yang ada, kenyamanan didalam bangunan (*indoor thermal comfort*) tergantung pada berbagai parameter, yaitu ventilasi, suhu udara, dan kelembaban

udara, serta kegiatan dan kondisi penghuni. Sedangkan menurut University of Arizona, 2006

ada enam faktor utama yang menentukan kenyamanan terhadap panas, yaitu:

- Lingkungan : Suhu udara kering (dry bulb temperature / DBT)
- Kelembaban udara (relative humidity / RH)
- Pergerakan udara (kecepatan  $v$  dalam m/detik )
- Radiasi (Mean radiant temperature / MRT)
- Individual : Aktivitas
- Pakaian / baju

Kenyaman terhadap panas secara pribadi juga dipengaruhi oleh keadaan fisik dan faktor-faktor subyektif masing-masing pribadi, yaitu : adaptasi terhadap iklim, usia dan jenis kelamin, bentuk tubuh, kesehatan, jenis makanan dan minuman serta faktor lainnya seperti material bangunan disekitarnya. Analisa dari berbagai studi di lapangan, kenyamanan terhadap panas menunjukkan suhu didalam bangunan bervariasi sesuai dengan suhu diluar bangunan (Humphreys 1978, 1978a; Auliciem and deDear, 1986 in Nicol and Raja 2006). Desain rumah tinggal yang tipologi, kenyamanan terhadap panas pada daerah aktivitas penghuni seringkali ber ventilasi kurang baik dan atau tertutup dari cahaya atau terkena radiasi matahari

The NSW Work Cover Authority mengeluarkan paduan untuk kenyamanan terhadap panas didalam bangunan, yang merinci bagi kondisi optimal dan rata-rata yang dapat diterima bagi kesehatan dan keamanan penghuni bagi area aktivitas, di iklim panas lembab, sebagai berikut ;

- Suhu udara optimum antara 21-24 °C
- Suhu udara yang dapat diterima antara 20-26 °C
- Humidity optimum 40-60%

#### 2.4.1 Suhu Udara

Salah satu faktor dominan yang mempengaruhi tingkat kenyamanan manusia adalah suhu udara. Meskipun suhu udara tidak dikategorikan sebagai index termal, namun dalam kebutuhan praktis sehari-hari suhu udara sering sekali dikaitkan atau digunakan memperkirakan tingkat kenyamanan. Suhu udara rendah diperkirakan akan memberikan sensasi termal dingin sementara suhu udara tinggi diperkirakan akan memberikan efek panas pada tubuh manusia. Bagi kebutuhan praktis, dimana hanya tersedia alat termometer, maka pengukuran sensasi termal dapat langsung dikaitkan dengan bacaan suhu udara pada termometer.

Latifah (2015) menjelaskan kenyamanan termal pada bangunan yang dikondisikan untuk iklim tropis yaitu sejuk nyaman, antara suhu efektif  $20,8^{\circ}\text{C} - 22,8^{\circ}\text{C}$ , nyaman optimal, antara suhu efektif  $22,8^{\circ}\text{C} - 25,8^{\circ}\text{C}$ , hangat nyaman, antara suhu efektif  $25,8^{\circ}\text{C} - 27,1^{\circ}\text{C}$ . Standar kenyamanan termal di Indonesia menurut SNI 6390 : 2011 menyatakan untuk memenuhi kenyamanan termal pengguna bangunan kondisi perencanaan gedung yang berada di wilayah dataran rendah dengan suhu udara maksimum rata-rata sekitar  $28^{\circ}\text{C}$  ditetapkan bahwa di ruang *indoor*, temperatur bola kering berkisar antara  $24^{\circ}\text{C}$  hingga  $27^{\circ}\text{C}$ .

Terdapat rentang suhu termal, manusia tidak perlu usaha menjaga suhu tubuh sekitar  $37^{\circ}\text{C}$  yang disebut 'suhu nyaman' dan membuat produktifitas kerja optimal, Idealistina, (1991), (Karyono, 2007: 5). Penelitian menyebutkan suhu nyaman untuk orang Jawa temperature operative (To) antara  $23,2^{\circ}\text{C} - 30,2^{\circ}\text{C}$  atau rata-rata  $26,7^{\circ}\text{C}$  (Karyono, 2001: 24, 32). Dalam standar Amerika (ASHRAE 55: 1992– 2004) suhu nyaman (To) yaitu:  $22,5^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$  atau rata-rata  $24,25^{\circ}\text{C}$ . Dengan demikian ada perbedaan sebesar  $2,5^{\circ}\text{C}$  lebih tinggi suhu nyaman bagi orang Indonesia penelitian (Karyono, 2001). Sebagai pembandingan suhu nyaman iklim tropis lebih tinggi adalah penelitian Zainal, 2001 di Malaysia suhu nyaman To =  $33^{\circ}\text{C}$  dan Khedari, 2000 di Bangkok suhu nyaman To =  $32,1^{\circ}\text{C}$ .

Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa kemampuan toleransi tubuh tiap-tiap orang di lokasi yang berbeda akan berbeda pula. Untuk itu, agar dapat lebih akurat dalam menentukan batas kenyamanan suatu suhu, maka dapat ditentukan melalui suhu netral yang dihitung berdasarkan suhu rata-rata bulanan pada daerah tersebut, atau yang dikenal dengan persamaan Szokolay. Suhu netral merupakan kondisi dimana manusia tidak merasa kedinginan atau berkeringat. Suhu netral dapat dihitung melalui rata-rata suhu bulanan pada suatu lingkungan. Rata-rata suhu bulanan Kota Malang dalam kurun waktu 2013-2017 berkisar antara  $22,71^{\circ}\text{C} - 24,86^{\circ}\text{C}$ , dengan rata-rata suhu yaitu  $23,90^{\circ}\text{C}$ . Hasil dari persamaan suhu netral Szokolay menunjukkan suhu konstan sebesar  $25,01^{\circ}\text{C}$ . Pada grafik menunjukkan suhu rata-rata bulanan selama tahun 2013-2017 berada dibawah suhu netral dalam persamaan Szokolay. Berikut merupakan persamaan Szokolay.

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Tabel 2 2 Penelitian Terdahulu

| No. | Peneliti, Tahun | Judul   | Isi   | Kontribusi terhadap penelitian  |
|-----|-----------------|---|---|---|
| 1   | Amelia, 2013    | Pengaruh Orientasi Bangunan Terhadap Kenyamanan Termal pada | Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kenyamanan termal pada ruang yang 2 sisi luarnya terpapar radiasi matahari secara langsung di 4 rumah sudut yang berbeda- | Metodenya yang digunakan secara deskriptif –evaluatif dengan pendekatan kuantitatif serta kualitatif diterapkan |

|   |                     |  |  |  |
|---|---------------------|--|--|--|
|   |                     | <p>Perumahan di Bandung</p>  | <p>beda orientasinya. Serta memberikan solusi desain untuk meningkatkan kenyamanan termal pada setiap ruang. Penelitian yang bersifat deskriptif-evaluatif dan dengan pendekatan kuantitatif serta kualitatif ini menggunakan Wet Bulb Globe Temperature untuk pengambilan datanya. Analisisnya kemudian menggunakan CET Nomogram dan penggunaan <i>software</i> Ecotect untuk mensimulasikan radiasi matahari sepanjang tahun pada objek penelitian. Dari penelitian ini didapatkan hasil yaitu unit dengan orientasi Utara-Barat, memiliki tingkat ketidaknyamanan yang paling tinggi dibandingkan dengan ke 3 unit lainnya. Dan dalam setahun, kondisi terburuk dari ke 4 objek penelitian ini jatuh pada bulan September, yang secara tidak langsung juga Bulan Maret.</p> | <p>pada penelitian. Sehingga dari beberapa orientasi yang ada pada penelitian, ditinjau angka dari suhunya dievaluasi secara kuantitatif untuk diketahui orientasi mana yang terbaik.</p>  |
| 2 | Wildan Aji Gumelar, | <p>Pengaruh Orientasi dan Posisi terhadap Kinerja Penurunan Suhu dan Kelembapan pada Bangunan Rusunawa Mahasiswa UMM</p> | <p>Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kondisi dan kinerja penurunan suhu pada kamar bangunan Rusunawa Universitas Muhammadiyah Malang dengan membandingkan orientasi dan posisi pada ruang kamar. Hasil penelitian yang muncul dari penelitian ini berupa rekomendasi tipe bukaan jendela yang dapat meningkatkan kenyamanan suhu terhadap orientasi dan posisi bangunan Rusunawa Universitas Muhammadiyah Malang. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif dan evaluatif. Data yang dihasilkan berupa angka hasil pengukuran langsung pada lapangan. Setelah data terkumpul selanjutnya dilakukan analisis regresi linier sederhana dengan</p>  | <p>Data yang diambil pada penelitian diantaranya suhu luar ruangan dan suhu dalam ruangan, sehingga nantinya diketahui nilai selisih penurunan suhunya untuk mengetahui orientasi mana yang terbaik. Dari hasil tersebut kemudian diolah rekomendasinya dengan memodifikasi jendela pada unit agar tercapai penurunan suhu yang optimal.</p> |

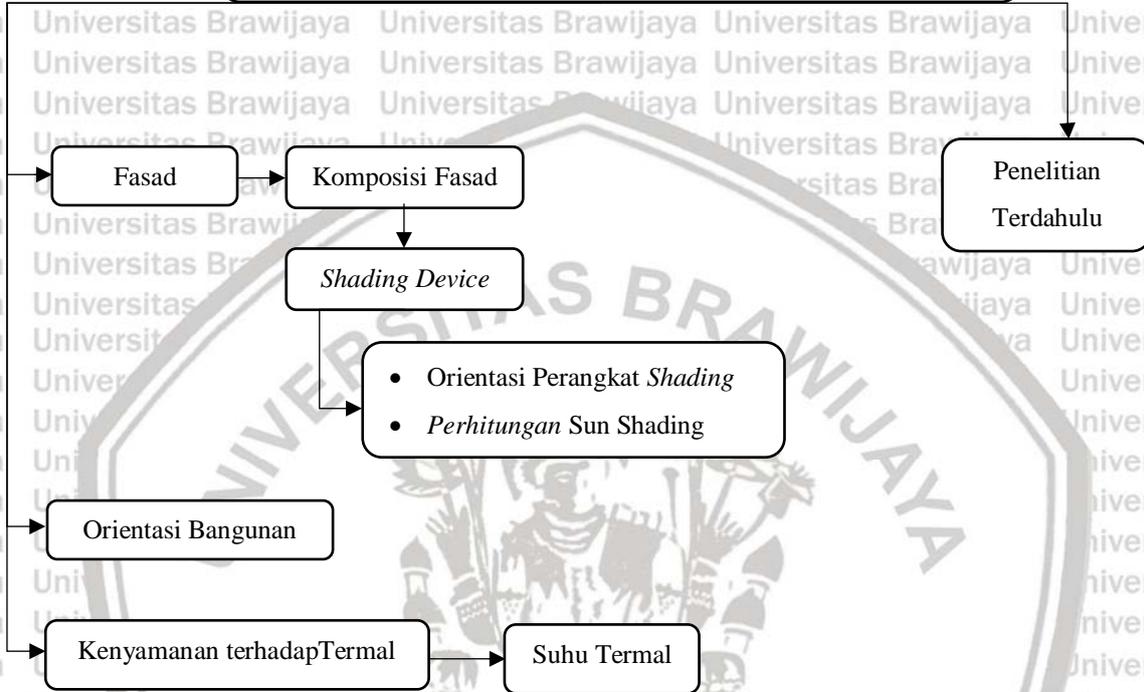
|   |                             |   |  |  |
|---|-----------------------------|---|--|--|
|   |                             |   | <p>program scatter chart dari Microsoft Excel untuk menyandingkan hasil pengukuran termal di setiap bagian ruang pada bangunan rusunawa mahasiswa UMM. Tahap selanjutnya dalam penelitian ini ialah membuat simulasi kondisi termal ruang kamar rusunawa mahasiswa menggunakan perangkat lunak <i>Ecotect Analysis 2011</i> dengan perhitungan <i>spatial comfort</i>. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa kondisi suhu pada Rusunawa Universitas Muhammadiyah Malang pada pengukuran yang dilakukan tanggal 20 Mei-3 Juli 2018 menunjukkan masih dalam batas nyaman, tetapi pada beberapa waktu terdapat kenaikan suhu yang masih diatas kenyamanan suhu. Kenaikan suhu juga dipengaruhi oleh posisi dan orientasi unit kamar. Pada perbandingan orientasi unit yang ada pada lantai 2, 3, dan 4, dapat disimpulkan orientasi barat daya memiliki suhu yang lebih rendah dari pada suhu di timur laut. Hal ini bisa dipengaruhi oleh rotasi bumi dan pergerakan semu matahari.</p> |  |
| 3 | <p>Abito Bamban Yuuwono</p> | <p>Pengaruh Orientasi Bangunan terhadap Kemampuan Menahan Panas pada Rumah Tinggal di Perumahan Wonorejo Surakarta.</p> | <p>Kondisi orientasi bangunan yang sangat bervariasi pada kawasan perumahan Wonorejo Surakarta secara otomatis telah menciptakan terjadinya suatu kesenjangan kemampuan bagi bangunan didalam menahan panas dari radiasi matahari sebagai akibat adanya kondisi yang ideal dan tidak ideal terhadap garis edar matahari, sehingga yang menjadi permasalahan adalah seberapa besar orientasi bangunan akan berpengaruh pada kemampuan untuk menahan panas pada arah orientasi bangunan yang ideal dan tidak ideal pada rumah-</p>   | <p>Analisa penelitian dilakukan dengan cara memperbandingkan antara bangunan dengan arah orientasi yang berbeda berdasarkan data-data hasil pengukuran dilapangan yang diolah sedemikian rupa. Data kuantitatif yang didapat dari pengukuran dan perhitungan dijabarkan dalam suatu grafik untuk</p> |

|   |                            |   |  |   |
|---|----------------------------|---|--|---|
|   |                            |   | <p>rumah di kawasan perumahan Wonorejo Surakarta ini. Penelitian ini bersifat komparasi dimana dilakukan dengan memperbandingkan antara bangunan dengan arah orientasi yang berbeda berdasarkan data-data hasil pengukuran dilapangan yang diolah sedemikian rupa. Data kuantitatif yang didapat dari pengukuran dan perhitungan dijabarkan dalam suatu grafik untuk diperbandingkan antara masing-masing arah orientasi guna mengetahui seberapa jauh perbedaan kemampuan menahan panasnya, kemudian disimpulkan secara kualitatif sehingga didapat hasil penelitian. Dari penelitian ini pada akhirnya didapat kesimpulan bahwa bangunan yang mengarah selatan dan yang mengarah selatan agak serong ketenggara maupun yang mengarah selatan agak serong kebarat daya, mempunyai kemampuan manahan panas yang lebih baik dibanding arah orientasi yang lain. Dan didapatkan juga rekomendasi yaitu perlu penambahan luas ventilasi pada tiap bangunan sehingga bila terjadi perangkapan panas dalam bangunan bisa segera mengalir keluar bangunan secara konveksi.</p> | <p>dibandingkan bangunan dengan orientasi mana yang memiliki kinerja terbaik.</p>   |
| 4 | Citra Fila Telis, dkk 2017 | Pengaruh Orientasi Bangunan terhadap Suhu Termal di Unit Rusunawa Tambora | <p>Kondisi termal di unit Rusunawa Tambora mengalami perubahan pada jam tertentu. Perubahan tersebut kemungkinan disebabkan oleh suhu udara yang meningkat sehingga akan mengganggu kualitas tinggal penghuni. Permasalahan tersebut dijabarkan ke dalam pertanyaan mengenai keterkaitan antara orientasi unit dengan suhu termal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hubungan orientasi bangunan terhadap</p>  | <p>Analisa dilakukan secara deskriptif-evaluatif untuk mengetahui seberapa baik kinerja suhu termal bangunan tiap orientasi jika dibandingkan terhadap standar yang sudah ada. Analisa lain yang dilakukan yaitu dengan menggunakan aplikasi statistic (SPSS) untuk mengetahui seberapa</p> |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  | <p>suhu udara di unit rumah susun sewa. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Variabel yang digunakan adalah orientasi unit dan suhu udara, yang kemudian di analisis menggunakan program statistic (SPSS) melalui perhitungan mean atau rata-rata, dan untuk mengetahui signifikansinya. Dari hasil analisis, terungkap bahwa suhu termal di unit hunian Rusunawa Tambora tidak sesuai dengan standar SNI T-14-1993-03. Hasil pengolahan data menggunakan software statistic membuktikan bahwa perbedaan orientasi unit bangunan pada Rusunawa Tambora tidak berpengaruh terhadap suhu termal secara signifikan. Adapun hasil yang didapat yakni unit yang berorientasi ke Utara memiliki suhu terendah dan unit yang berorientasi ke Barat memiliki suhu tertinggi</p> | <p>besar pengaruh dari adanya macam-macam orientasi terhadap hasil pengukuran suhu.</p> |
|--|--|--|---|

2.6 Kerangka Teori

Pengaruh Orientasi Bangunan & Sun Shading terhadap Suhu Termal pada Bangunan Rumah Tinggal (Studi Kasus: Perum. Citra Garden)



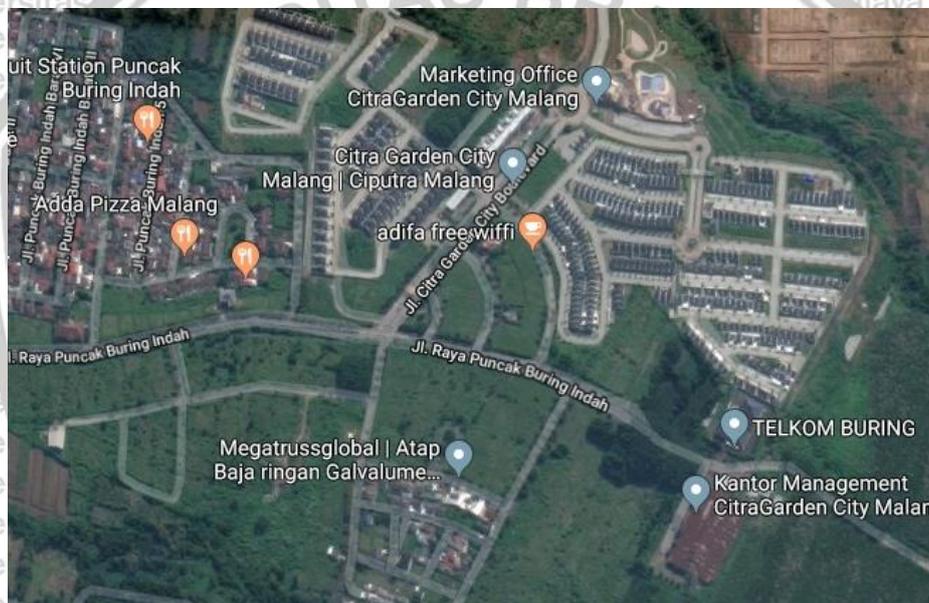
## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang berjudul “Pengaruh Orientasi Bangunan terhadap Suhu Termal dan Respon Desain Fasad (*Sun Shading*) pada Rumah Tinggal” ini merupakan penelitian berjenis deskriptif – evaluative dengan pendekatan kualitatif serta kuantitatif.

### 3.2 Lokasi dan Objek Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di Perumahan Citra Garden City, Kelurahan Buring, Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang dengan titik koordinat  $8^{\circ}00'37.3''\text{LS}$  dan  $112^{\circ}39'19.6''\text{BT}$ .



Gambar 3 1 Peta Lokasi Objek

Sumber: [maps.google.com](https://maps.google.com)

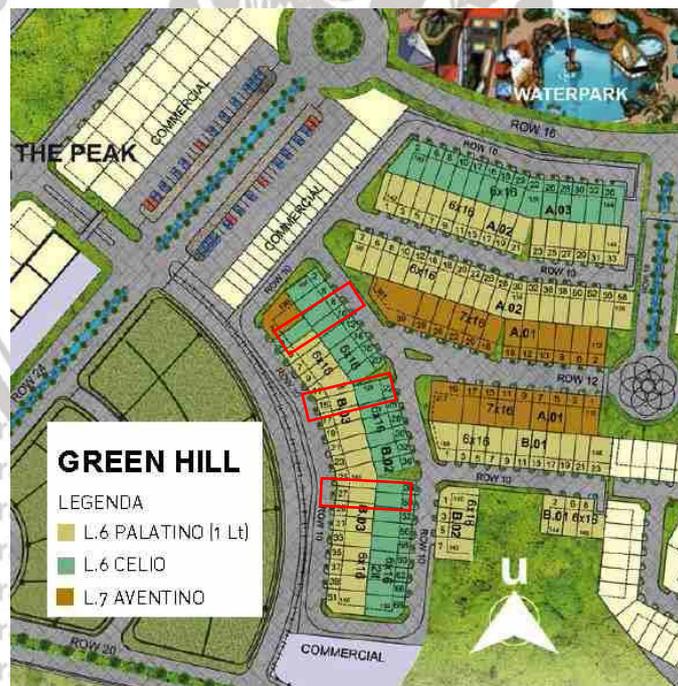
CitraGarden City Malang merupakan proyek pengembangan dari PT.Ciputra Group dengan luas 100 Ha. Lokasi penelitian yang kini merupakan dibawah pengelolaan dari PT. Ciputra Group ini dahulunya merupakan kepemilikan dari PT. Sapta Tunggal Abdi Jaya dengan pengembangannya yang bernama perumahan Puncak Buring Indah. Namun seiring berjalannya waktu, perumahan tersebut kian mengalami pertumbuhan yang semakin melambat dan cenderung kurang berkembang, hingga pada tahun 2014, PT. Ciputra Group mencoba mengambil langkah dengan menggandeng PT. Sapta Tunggal Abdi Jaya untuk mengembangkan area tersebut lebih lanjut menjadi Citra Garden City Malang dengan konsep Eco-Living dan Urban Resort Living nya dikarenakan lokasinya yang cenderung belum terlalu

dilirik masyarakat luas padahal memiliki banyak potensi dikarenakan lokasinya yang berada di salah satu puncak tertinggi di Kota Malang dan mudah diakses serta strategis.

Objek yang akan diteliti dari penelitian ini adalah suhu termal dari rumah-rumah tinggal pada Perumahan Citra Garden City, tepatnya pada cluster *Green Hill*.

### 3.3 Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah rumah-rumah tinggal pada perumahan Citra Garden City Malang. Sedangkan sampel yang diambil adalah 6 rumah dengan orientasi yang berbeda-beda pada *Cluster Green Hill* Perumahan Citra Garden City Malang. Pengambilan sampel ini menggunakan metode *purposive sampling* dimana penentuan sampel ditentukan langsung oleh peneliti dan disesuaikan langsung dengan kebutuhan/syarat penelitian, yang mana kriteria sampel pada penelitian ini dibutuhkan sampel berupa rumah-rumah dengan arah hadap / orientasi yang berbeda-beda namun dengan tipe yang sejenis, dan belum berpenghuni sehingga belum terdapat perabot didalamnya maupun aktivitas manusianya yang akan mengganggu atau memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap hasil pengukuran di tiap rumahnya.



= sampel objek terpilih

Gambar 3.2 Site Plan Cluster Green Hill



Gambar 3 3 Tipe Celio



Gambar 3 4 Tipe Palatino

Sumber : Brosur Perumahan Citra Garden City

Sumber : Brosur Perumahan Citra Garden City

Gambar diatas merupakan 2 tipe rumah yang dijadikan sampel yaitu tipe Palatino(gambar 3.4) dan Celio(Gambar 3.3) yang posisinya pada siteplan *cluster green hill* dapat dilihat di gambar 3.2.

### 3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah objek penelitian atau apa yang menjadi perhatian suatu titik perhatian suatu penelitian. (Arikunto, 1998: 99) dan pada penelitian ini, variable yang akan menjadi perhatian diantaranya:

1. Variabel Bebas, yakni variabel yang akan mempengaruhi atau menimbulkan perubahan pada variable terikat yang mana pada penelitian ini variable bebasnya adalah Orientasi Bangunan & *Sun Shading* dari bangunan rumah tinggal, dimana *sun shading* ini nantinya akan direkayasa sedemikian rupa sehingga dapat mempengaruhi variable terikat. *Sun shading* yang direkayasa ini merupakan variable aktif.
2. Variabel Terikat, yakni variable yang dapat dikatakan juga sebagai variable *output*, dimana hasilnya dipengaruhi oleh variable bebas. Variabel terikat dari penelitian ini adalah Suhu Termal.

### 3.5 Jenis dan Metode Pengumpulan Data

Berdasarkan sumbernya, data yang dikumpulkan terdapat 2 jenis, yaitu



1. Data Primer, merupakan data yang didapatkan secara langsung dari lapangan.

Pada penelitian ini data primer ialah suhu termal yang diukur langsung di lapangan, dimensi jendela beserta *sun shading*.

2. Data Sekunder, merupakan data yang didapat melalui sumber-sumber yang telah ada. Dalam penelitian ini, data sekunder didapat dari jurnal-jurnal penelitian terdahulu, maupun literature yang sudah ada yang berkaitan dengan topik penelitian. Data sekunder yang diperlukan diantaranya data mengenai iklim setempat, posisi koordinat bangunan, dan penentuan rumus untuk kriteria *shading device* yang nantinya akan dianalisa dengan data primer.

Untuk pengumpulan data pada penelitian ini, dibutuhkan beberapa metode diantaranya:

1. Observasi Lapangan, yaitu dengan mengamati langsung keadaan di lapangan. Data didapat dari observasi langsung pada objek penelitian, yaitu 6 rumah pada cluster *green hill* Perumahan Citra Garden City Malang. Dalam observasi lapangan juga dilakukan pengukuran terhadap suhu termal dan pengukuran dimensi *Sun Shading*. Pada penelitian ini, untuk mengumpulkan data pengukuran suhu termal memerlukan instrument berupa *temperature data logger* seperti yang ada pada gambar 3.5 dibawah ini



Gambar 3.5 Temperature Data Logger

Sumber : [monotaro.id](http://monotaro.id)

Pengukuran terhadap suhu termal dilakukan pada satu titik di ruang yang berbatasan langsung dengan ruang luar dan memiliki bukaan/jendela, yaitu kamar tidur.



Gambar 3 4 Titik Pengukuran pada Denah

Kondisi objek penelitian yang merupakan rumah tidak berpenghuni memudahkan pengukuran lapangan sehingga pada hasil pengukurannya murni tidak dapat perbedaan antara keenam rumah yang mana hasil pengukuran tidak terpengaruh oleh factor lain seperti perabot dan aktivitas manusianya.

Selain didalam ruangan, pengukuran juga dilakukan diluar ruangan untuk mengetahui suhu lingkungan sehingga untuk nantinya dicari perbedaan suhunya. Pengukuran diluar ruangan dilakukan di pinggir jalan perumahan (depan carport/taman dari tiap rumah) bersamaan dengan dilakukannya pengukuran didalam masing-masing rumah tinggal.

2. Dokumentasi, yang dapat berupa pengambilan gambar terhadap lokasi penelitian dan objek-objek penelitian. Pengumpulan data secara dokumentasi ini membutuhkan instrument penelitian berupa kamera *pocket*.

### 3.6 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 6 hari, dimana tiap harinya dilakukan pengukuran pada satu unit rumah pada rentang waktu pagi hari (09.00-10.00), siang hari(12.00-13.00), dan sore hari (15.00-16.00).

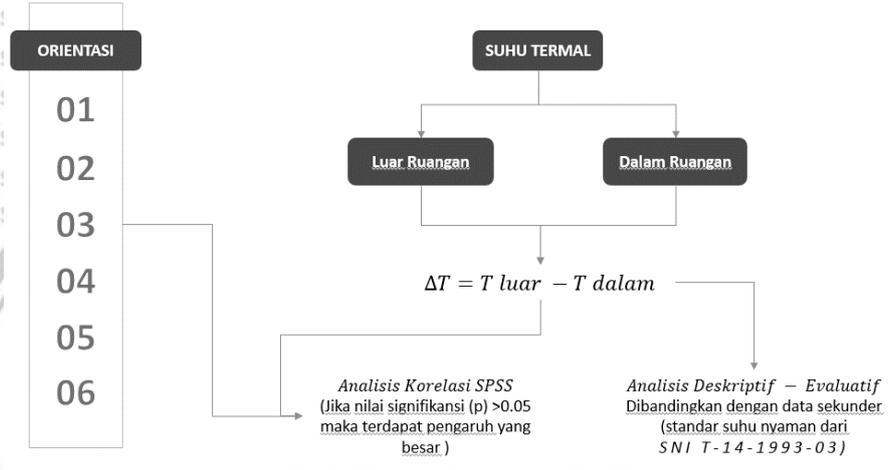
### 3.7 Teknik Analisa Data

#### 3.7.1 Analisa Suhu Termal

Pengukuran suhu termal pada observasi lapangan menghasilkan data primer berupa suhu dalam ruangan dan suhu luar ruangan. Kedua data yang didapat tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif, yaitu menjabarkan sesuai keadaan dan data yang ada untuk

kemudian menemukan fakta-fakta baru. Langkah pertama yaitu dimulai dari mencari selisih suhu yang ada pada luar ruangan dan didalam ruangan, kemudian dicari rata – rata nya tiap jam. Setelah data – data yang ada dianalisis, selanjutnya akan dilakukan analisa dengan metode evaluative yaitu dibandingkan dengan standart kenyamanan suhu menurut SNI yang ada.

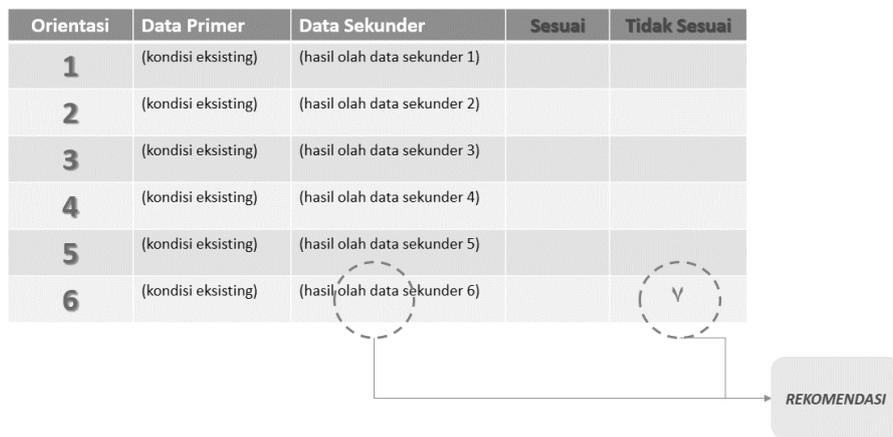
Pada diagram dibawah ini menunjukkan alur teknik analisa yang akan dilakukan terhadap variable suhu termal dikaitkan dengan orientasinya



### 3.7.2 Analisa Shading Device

Analisa *shading device* ini dilakukan dengan metode evaluative, dimana dari data primer yang didapat pada lapangan, selanjutnya dibandingkan dengan standar yang telah dihitung melalui rumus yang didapatkan dari data sekunder. Dari analisis ini nantinya akan didapat *shading device* orientasi manakah yang sudah sesuai dan yang belum sesuai. Untuk orientasi yang belum memenuhi kriteria, nantinya akan diberikan rekomendasi.

Pada diagram dibawah ini menunjukkan alur teknik analisa yang akan dilakukan terhadap variable suhu termal dikaitkan dengan orientasinya

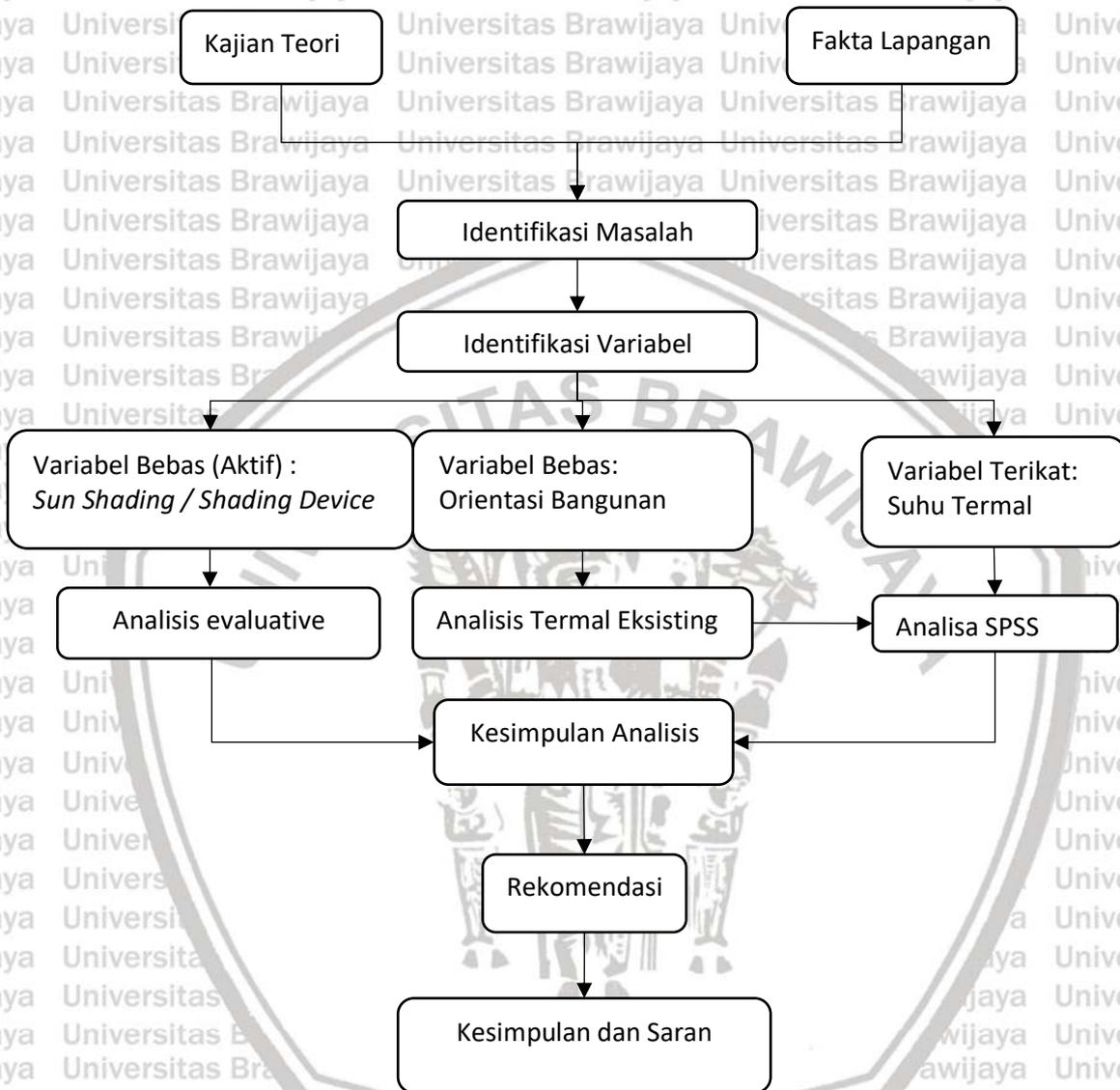


### 3.7.3 Analisa Program Statistik (SPSS)

SPSS adalah software statistik yang umum digunakan untuk olah data penelitian. Software ini digunakan untuk menganalisa data hasil pengukuran suhu termal di lapangan. Dari data hasil pengukuran suhu termal yang didapat pada tiap-tiap orientasi bangunan, akan dicari tingkat signifikansinya. Nilai signifikansi tersebut didapatkan nantinya untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari orientasi bangunan terhadap suhu termalnya.



3.8 Kerangka Penelitian



## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Gambaran Umum Lokasi Objek

Kota Malang merupakan salah satu kota yang belakangan tahun ini mengalami perkembangan pesat dalam sektor properti. Kota yang dikenal sebagai kota wisata dan pelajar ini sedang giat – giat nya mengalami pembangunan infrastruktur untuk semakin menopang sektor –sektor wisata yang potensial di Kota Malang itu sendiri. Dengan adanya pembangunan infrastruktur seperti Tol Mapan yang mempermudah mobilitas keluar – masuk dari maupun ke Kota Malang mempengaruhi perkembangan properti di dalam kota ini. Perumahan Citra Garden City dengan dibawah pengelolaan salah satu pengembang properti terbesar yang ada di Indonesia, yaitu PT. Ciputra, mengembangkan proyeknya seluas 100 hA di Puncak Buring Indah Kota Malang.



Gambar 4.1 Titik Lokasi Objek terhadap Kota Malang



Kedungkandang, Malang City, East Java

Gambar 4 2 Titik Lokasi Objek terhadap Kecamatan Kedungkandang



Gambar 4 3 Titik Lokasi Objek terhadap Kelurahan Buring



Gambar 4 4 Area Perumahan Citra Garden City

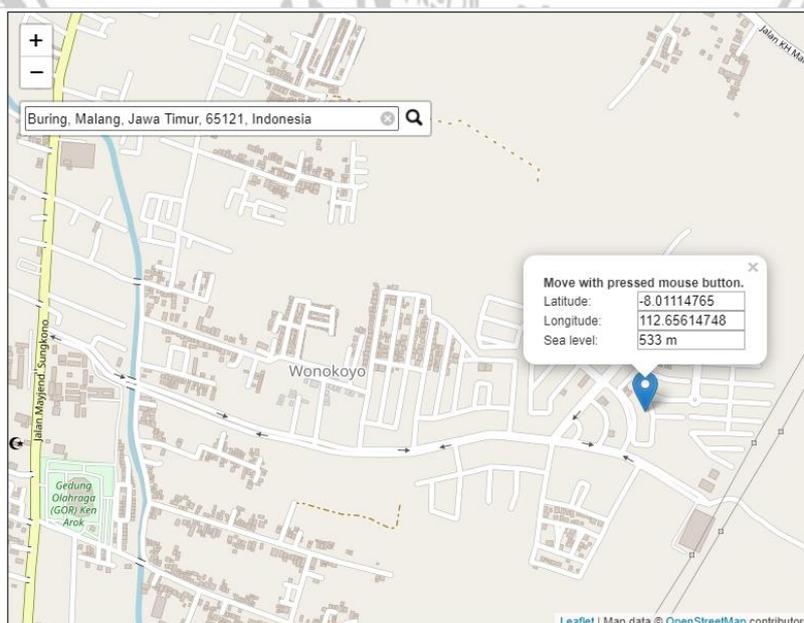




Gambar 4 5 Siteplan Lokasi (Perumahan Citra Garden City Malang)

4.1.1 Kondisi Geografis Lokasi Objek

Lokasi penelitian yang berada di Perumahan Citra Garden City Malang ini berada di koordinat geografis 8,00'LS & 112,65' BT, dengan level ketinggian meter dari permukaan laut (mdpl) setinggi 533m.

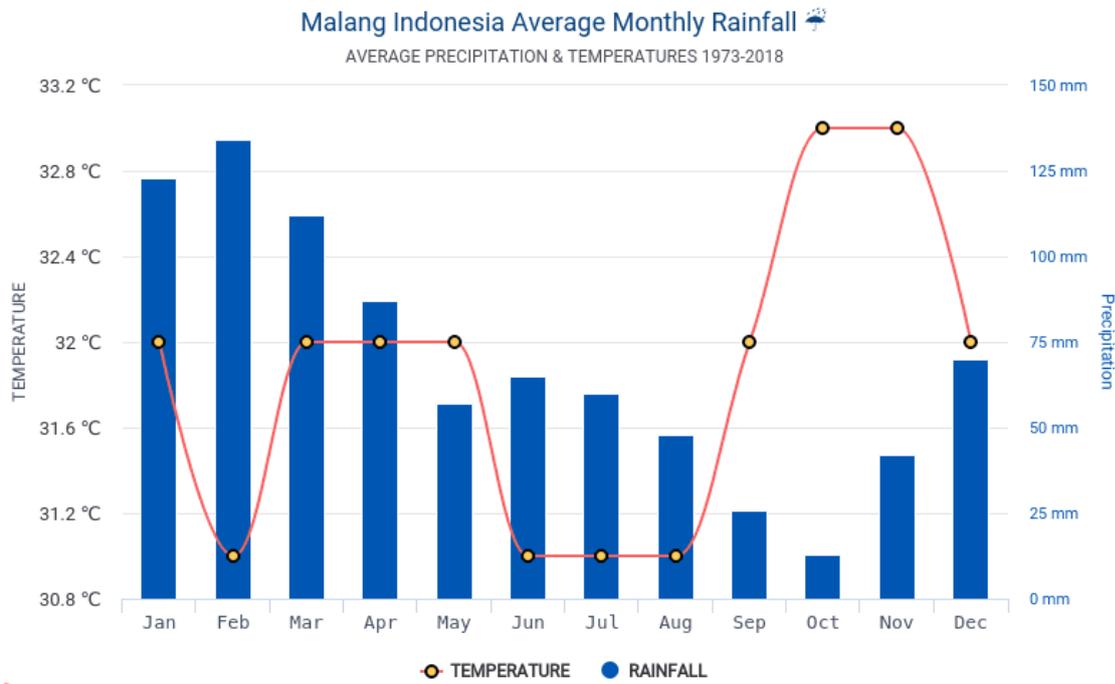


Gambar 4 6 Koordinat dan Ketinggian Lokasi Objek



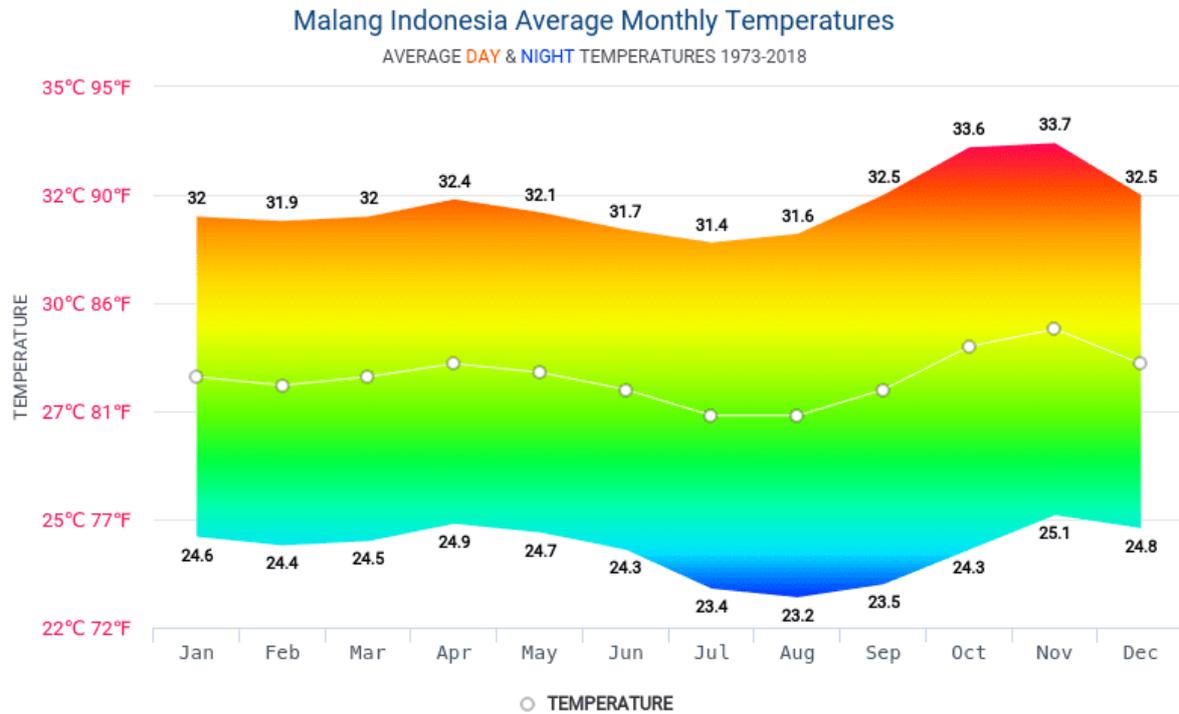
Lokasi penelitian yang berada di Kota Malang memiliki iklim tropis dengan suhu rata-rata tahunan berada pada angka 31,6 – 33,7°C pada waktu siang hari. Pada grafik dibawah ini terdapat rata-rata suhu tahunan mulai dari tahun 1973-2018 di Kota Malang menurut

[www.hikersbay.com](http://www.hikersbay.com)



[hikersbay.com/climate/indonesia/malang](http://hikersbay.com/climate/indonesia/malang)

Diagram 4 1 Malang-Indonesia Average Monthly Temperature & Rainfall



[hikersbay.com/climate/indonesia/malang](http://hikersbay.com/climate/indonesia/malang)

Diagram 4 2 Rata - Rata Temperatur Kota Malang Siang dan Malam Hari

Dilansir dari sumber yang sama, menurut data hariannya, suhu di Kota Malang pada siang hari rata-rata puncaknya terpanasnya berada di pukul 10.00-13.00. Sinar matahari pada pukul tersebut dikategorikan merugikan untuk beberapa orientasi. Jika sebelum pukul 12.00, maka sinar matahari tersebut cukup merugikan untuk bangunan dengan orientasi yang cenderung menghadap timur. Sedangkan diatas pukul 12.00 sinar tersebut cukup merugikan untuk bangunan dengan orientasi sebaliknya, yaitu cenderung barat.

Kondisi iklim pada lokasi penelitian menunjukkan grafik yang sedikit berbeda jika dilansir dari sumber lain. Data pada hikersbay.com sebelumnya yang telah dikumpulkan dari 1973-2018 menunjukkan bahwa suhu terpanas berada di Bulan November dengan rata-rata suhu maksimal pada siang hari sebesar 33,7°C . Sedangkan pada en.climate-data.org yang hanya mengumpulkan data dari 1982-2012 menyebutkan bahwa suhu tertinggi berada di bulan Oktober. Namun kondisi tersebut disusul dengan bulan terpanas kedua yakni pada Bulan November dengan selisih suhu hanya sebesar 0,3°C.

### MALANG WEATHER BY MONTH // WEATHER AVERAGES

|                               | January | February | March | April | May  | June | July | August | September | October | November | December |
|-------------------------------|---------|----------|-------|-------|------|------|------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| Avg. Temperature (°C)         | 26.5    | 26.5     | 26.7  | 27.1  | 27   | 26.5 | 26   | 26.3   | 27.2      | 27.8    | 27.5     | 27.1     |
| Min. Temperature (°C)         | 22.6    | 22.7     | 22.7  | 22.6  | 22.3 | 21.3 | 20.4 | 20.3   | 21        | 22      | 22.5     | 22.8     |
| Max. Temperature (°C)         | 30.4    | 30.4     | 30.8  | 31.6  | 31.7 | 31.8 | 31.7 | 32.4   | 33.4      | 33.6    | 32.6     | 31.4     |
| Avg. Temperature (°F)         | 79.7    | 79.7     | 80.1  | 80.8  | 80.6 | 79.7 | 78.8 | 79.3   | 81.0      | 82.0    | 81.5     | 80.8     |
| Min. Temperature (°F)         | 72.7    | 72.9     | 72.9  | 72.7  | 72.1 | 70.3 | 68.7 | 68.5   | 69.8      | 71.6    | 72.5     | 73.0     |
| Max. Temperature (°F)         | 86.7    | 86.7     | 87.4  | 88.9  | 89.1 | 89.2 | 89.1 | 90.3   | 92.1      | 92.5    | 90.7     | 88.5     |
| Precipitation / Rainfall (mm) | 285     | 282      | 280   | 217   | 155  | 72   | 42   | 31     | 30        | 99      | 201      | 258      |

Data: 1982 - 2012

Gambar 4.7 Kondisi Iklim Kota Malang Bulanan (1982-2012)

Sumber: en.climate-data.org

#### 4.2 Karakteristik Area Titik Pengukuran

Pengukuran dilakukan pada *Cluster Green Hill* perumahan Citra Garden City Malang yang posisinya terlihat pada *siteplan* perumahan (Gambar 4.5). Pengukuran mengambil sebanyak 6 rumah yang memiliki 6 orientasi yang berbeda. Titik pengukuran terdapat pula sebanyak 6 titik. Pengukuran dilakukan pada masing-masing titik di masing-masing orientasi. Terdapat 6 orientasi yang menjadi objek pengukuran. Dari keenam orientasi yang dijadikan objek pengukuran tersebut, dibagi menjadi 2 karakteristik, yaitu orientasi cenderung timur (Orientasi 1,2, dan 3) serta orientasi cenderung barat (Orientasi 4, 5, dan 6). Pembagian orientasi ini menjadi 2 karakteristik dikarenakan arah hadapnya dan jenis rumahnya.

Rumah-rumah pada orientasi 1, 2, dan 3 merupakan rumah tipe 2 lantai yang sejenis yang akhirnya dikelompokkan menjadi orientasi cenderung barat. Sedangkan rumah-rumah pada orientasi 4, 5, dan 6 yang kemudian dikelompokkan menjadi orientasi cenderung barat, merupakan rumah tipe 1 lantai yang sejenis. Kedua karakteristik dari rumah dan orientasi yang diteliti ini akan dibahas lebih lanjut pada anak sub-bab dibawah ini. Meskipun kedua tipe rumah dan orientasi ini berbeda, karakteristik utama yang diambil untuk penelitian ini tetap sama. Yakni pengambilan sampel merupakan rumah – rumah dengan kondisi yang sama – sama belum berpenghuni dan belum ada perabot didalamnya. Kondisi keenam rumah yang diambil dijadikan sampel merupakan sama- sama rumah yang belum pernah ditinggali dan belum ada aktivitas manusianya sehingga diharapkan hasil penelitian antar rumah satu dengan yang lainnya tidak terjadi perbedaan/kesenjangan hasil yang dipengaruhi perbedaan lingkungan.

#### 4.2.1 Titik Pengukuran Orientasi Cenderung Timur

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa dalam pengelompokkan Orientasi Cenderung Timur ini terdapat 3 bangunan yang memiliki 3 orientasi yang berbeda. Ketiga bangunan dengan karakteristik yang sama tersebut dilabeli nama Orientasi 1, Orientasi 2, dan Orientasi 3. Pada gambar 4.7, 4.8, dan 4.9 ini tergambarakan posisi arah hadap bangunan yang dimaksud pada masing-masing orientasi.



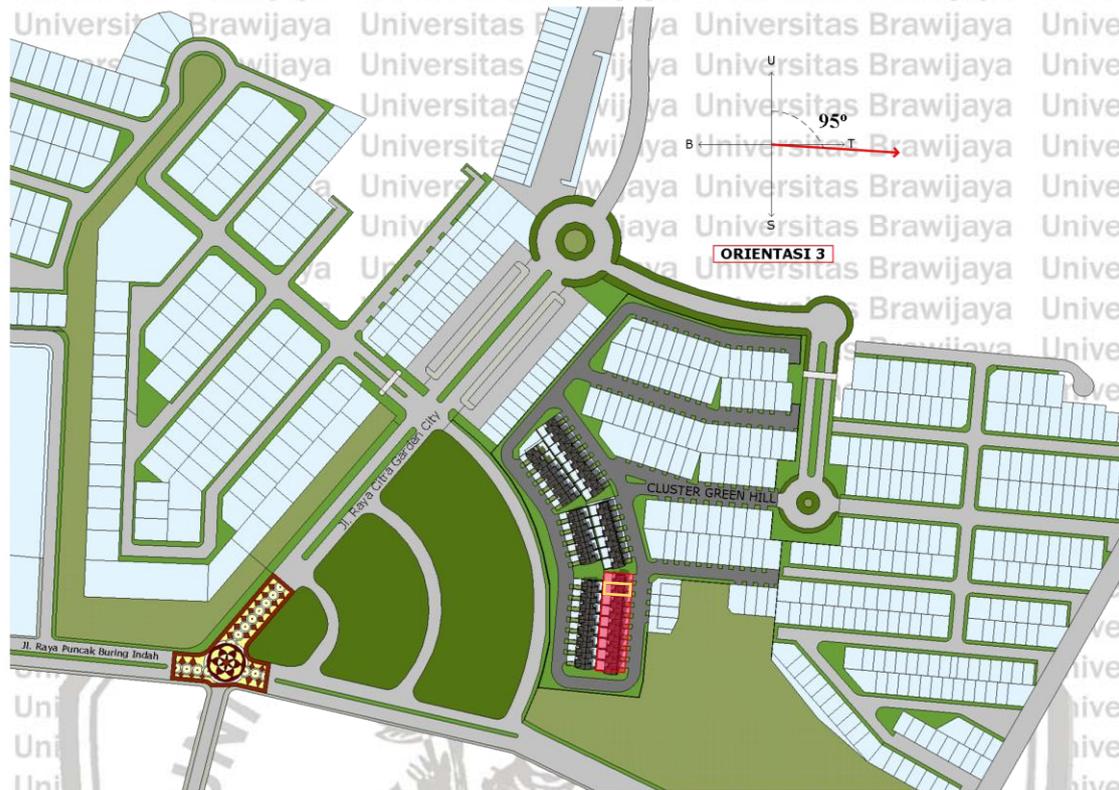
Gambar 4.8 Orientasi 1

Bangunan Orientasi 1 seperti yang terlihat pada gambar di atas ini, berada pada area yang diberi tanda kotak merah dan dengan kotak kuning merupakan posisi rumah yang diukur. Kelompok bangunan dengan orientasi tersebut memiliki kemiringan orientasi sebesar  $55^\circ$  dari arah utara. Orientasi bangunan ini dapat dikatakan menghadap timur yang cenderung ke utara, dikarenakan besar sudutnya tidak melebihi  $90^\circ$  jika dihitung dari arah utara.



Gambar 4.9 Orientasi 2

Posisi Orientasi 2 juga dapat dilihat pada Gambar 4.8 di atas ini. Area yang diberi kotak merah merupakan posisi orientasi tersebut dan kotak kuning yang merupakan posisi rumah yang diukur. Arah hadap orientasi ini hampir sama dengan orientasi sebelumnya, yaitu orientasi 1. Orientasi 2 ini juga termasuk kategori yang menghadap timur dengan cenderung ke utara. Orientasi 2 dengan sudut kemiringan  $75^\circ$  dari utara ini masih dibawah  $90^\circ$  sehingga lebih condong ke utara seperti Orientasi 1. Namun, pada Orientasi 2 ini tidak lebih cenderung ke utara sebanyak Orientasi 1, karena sudutnya masih terhitung lebih besar dari Orientasi 1 walaupun tidak sampai melebihi  $90^\circ$ .



Gambar 4.10 Orientasi 3

Rumah-rumah dengan label orientasi 3 dapat dilihat pada gambar di atas ini (Gambar 4.9). Sama seperti orientasi-orientasi sebelumnya, area yang diberi kotak merah merupakan posisi bangunan dengan orientasi 3 tersebut pada siteplan area perumahan Citra Garden City di Cluster Green Hill dan dengan kotak kuning merupakan posisi rumah yang diukur. Berbeda dari kedua orientasi sebelumnya (Orientasi 1 dan 2), arah hadap orientasi ini dapat terbilang hampir menghadap timur tepat, dikarenakan kemiringannya yang sebesar  $95^\circ$  dari arah utara. Dimana suatu orientasi dapat dikatakan menghadap timur tepat jika memiliki kemiringan arah hadap sebesar  $90^\circ$  terhitung dari arah utara, searah jarum jam. Namun, pada Orientasi 3 ini, dapat dikatakan arah hadapnya menghadap tepat ke timur namun dengan sedikit mengarah ke selatan, dikarenakan besar sudutnya yang hanya berbeda  $5^\circ$  dari  $90^\circ$ , namun perbedaan  $5^\circ$  yang dimilikinya itu terhitung lebih besar, sehingga melebihi  $90^\circ$  dan dikategorikan sebagai mengarah hamper ke selatan.



Gambar 4.11 Denah Rumah Tipe Celio Lt.1 (Orientasi 1, 2, dan 3)

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa rumah-rumah pada kelompok Orientasi Cenderung Timur ini memiliki denah rumah yang sama. Rumah-rumah pada kelompok bangunan Orientasi Cenderung Timur ini merupakan rumah berjenis 2 lantai, namun yang digunakan untuk penelitian hanya lt.1 yang denahnya dapat dilihat pada Gambar 4.10. Hal ini bertujuan untuk menyamakan titik pengukuran dengan kelompok Orientasi Cenderung Barat yang merupakan kelompok bangunan-bangunan sejenis yang hanya terdiri dari 1 lantai. Namun secara garis besar, kedua tipe rumah baik dari kelompok Orientasi Cenderung Timur dan Orientasi Cenderung Barat ini yaitu sama sama memiliki ruang tamu yang menjorok ke dalam, dan ruang tidur yang berbatasan langsung dengan taman luar dan memiliki 1 jendela.

Posisi kamar tidur yang berbatasan langsung dengan ruang luar dan tidak menjorok ke dalam inilah yang akan dijadikan titik pengukuran, sebagaimana tergambar pada Gambar 4.10

yang diberi titik merah yaitu kamar tidur. Pada titik merah tersebut merupakan titik tempat pengukuran pada masing-masing rumah pada Orientasi 1, 2, dan 3.

#### 4.2.2 Titik Pengukuran Orientasi Cenderung Barat

Pada Orientasi Cenderung Barat, juga sama dengan Orientasi Cenderung Timur yaitu memiliki 3 orientasi. 3 Orientasi pada kelompok Orientasi Cenderung Barat ini diberi label Orientasi 4, Orientasi 5, dan Orientasi 6. Posisi masing-masing orientasi pada kelompok Orientasi Cenderung Barat ini tertera pada gambar siteplan (Gambar 4.11, 4.12, dan 4.13).

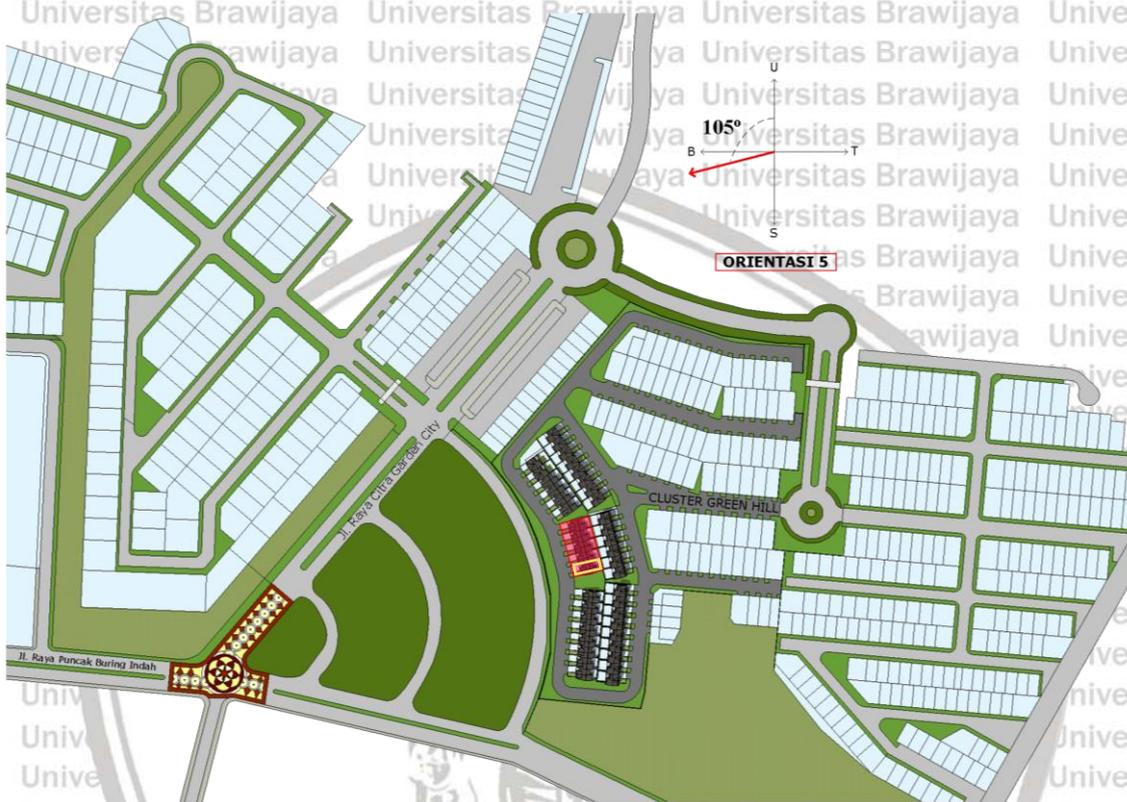
Besaran sudut yang digunakan sebagai penghitung kemiringan masing-masing orientasi pada kelompok Orientasi Cenderung Barat ini terhitung berlawanan arah jarum jam dari arah utara. Perhitungan sudutnya tidak seperti perhitungan besaran-besaran sudut yang digunakan untuk menghitung kemiringan pada bangunan-bangunan Orientasi Cenderung Timur yang dihitung searah jarum jam dari arah utara.



Gambar 4.12 Orientasi 4

Pada Gambar 4.11 di atas terlihat posisi Orientasi 4 yang merupakan area diberi kotak merah dan dengan kotak kuning merupakan posisi rumah yang diukur. Orientasi 4 ini yang dapat dikatakan hampir tepat menghadap ke barat. Namun perhitungan sudut kemiringan orientasinya yang hanya berbeda  $5^\circ$  dari  $90^\circ$  jika dihitung dari arah utara berlawanan jarum

jam, masih kurang dari  $90^\circ$ . Sehingga kondisi orientasi tersebut dapat dikatakan hampir tepat barat namun sedikit condong ke utara dikarenakan sudutnya yang sebesar  $85^\circ$  tidak melebihi  $90^\circ$  dari utara berlawanan arah arum jam.



Gambar 4.13 Orientasi 5

Orientasi 5 yang memiliki kemiringan orientasi sebesar  $105^\circ$  dari arah utara berlawanan jarum jam, dapat dilihat posisinya di *siteplan* perumahan pada Gambar 4.12. Pada gambar 4.12 area yang diberi kotak merah merupakan posisi kelompok bangunan Orientasi 5 dengan kotak kuning merupakan posisi rumah yang diukur. Berbeda dengan orientasi sebelumnya, yaitu orientasi 4, pada kelompok bangunan orientasi 5 ini, arah hadap bangunan dapat dikatakan menghadap barat dengan cenderung ke selatan. Orientasi 5 tergolong menghadap barat dengan cenderung ke selatan karena besar sudut kemiringan orientasinya yang diukur dari arah utara berlawanan jarum jam lebih dari  $90^\circ$ , dengan perbedaan sudut lebih  $15^\circ$  dari  $90^\circ$ .



Gambar 4.14 Orientasi 6

Pada kelompok Orientasi Cenderung Barat yang terakhir, ada Orientasi 6. Orientasi 6 ini memiliki derajat kemiringan sebesar  $125^\circ$  dihitung dari arah utara berlawanan arah jarum jam. Posisi bangunan Orientasi 6 pada siteplan Citra Garden City dapat dilihat pada Gambar 4.13 di atas dengan area yang diberi tanda kotak merah dan dengan kotak kuning merupakan posisi rumah yang diukur. Dengan besar sudut kemiringan orientasi sebesar  $105^\circ$ , dapat dikatakan bahwa Orientasi 6 ini menghadap barat dengan cenderung ke selatan karena melebihi  $90^\circ$ . Arah kemiringan Orientasi 6 menuju ke selatan ini lebih besar dibanding Orientasi 5 yang besar sudut kemiringannya sebesar  $105^\circ$ .

Untuk orientasi cenderung barat, titik yang dijadikan titik pengukuran didalam rumah juga disamakan dengan jenis rumah pada rumah – rumah orientasi cenderung timur. Pengambilan titik yaitu berada di ruang tidur, yang mana pada ruang tidur tersebut terdapat jendela yang berbatasan langsung dengan area luar. Sehingga dapat di analisis perbedaan antara suhu luar dan suhu dalam ruangnya, yang nantinya juga akan dilakukan analisis terkait dengan keberadaan *shading device* pada jendela yang menghubungkan ruang tersebut dengan ruang luar. Pada Gambar 4.14 dibawah ini terlihat denah rumah pada kelompok Orientasi Cenderung Barat. Pada kamar tidur terdapat titik merah yang merupakan titik dijadikannya tempat pengukuran.





Gambar 4.15 Denah Tipe Palatino. (Orientasi 4, 5, dan 6)

#### 4.3 Analisa Pengukuran Suhu Termal

Pengukuran dilakukan selama 2 hari, yaitu pada tanggal 20 Januari 2020, dan 21 Januari 2020. Pengukuran pada tanggal 20 Januari 2020 dilakukan hanya pada siang hari yaitu pada interval pukul 12.00 – 13.00. Sedangkan pada hari kedua pengukuran dilakukan pada 3 interval waktu yakni pagi hari (09.00 – 10.00), siang hari (12.00 – 13.00), dan sore hari (15.00 – 16.00). Pada kedua hari pengukuran dilakukan, kondisi langit stabil sangat cerah.



Gambar 4.16 Kondisi Langit saat Pengukuran

### 4.3.1 Suhu Termal Pagi Hari

Pengukuran Suhu Termal Pagi Hari dilakukan secara berurutan mulai dari Orientasi 1 hingga Orientasi 6, didalam interval waktu yang telah ditentukan (09.00-10.00). Setelah dilakukannya pengukuran, maka dida[at hasil sebagaimana tertera pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Pengukuran Suhu Termal Pagi Hari (21/01/2020)

|               | 21/01/2020 |      |      |      |      |      | Suhu |
|---------------|------------|------|------|------|------|------|------|
| Jam/Orientasi | 1          | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | Luar |
| 09.00 – 10.00 | 31,8       | 32,4 | 34,5 | 30,8 | 31,5 | 32,4 | 34,2 |

Tabel diatas menunjukkan hasil pengukuran suhu termal pada waktu pagi hari (09.00-10.00) di masing – masing orientasi. Data pada tabel di atas diolah sedemikian rupa menjadi grafik yang terdapat di bawah ini.

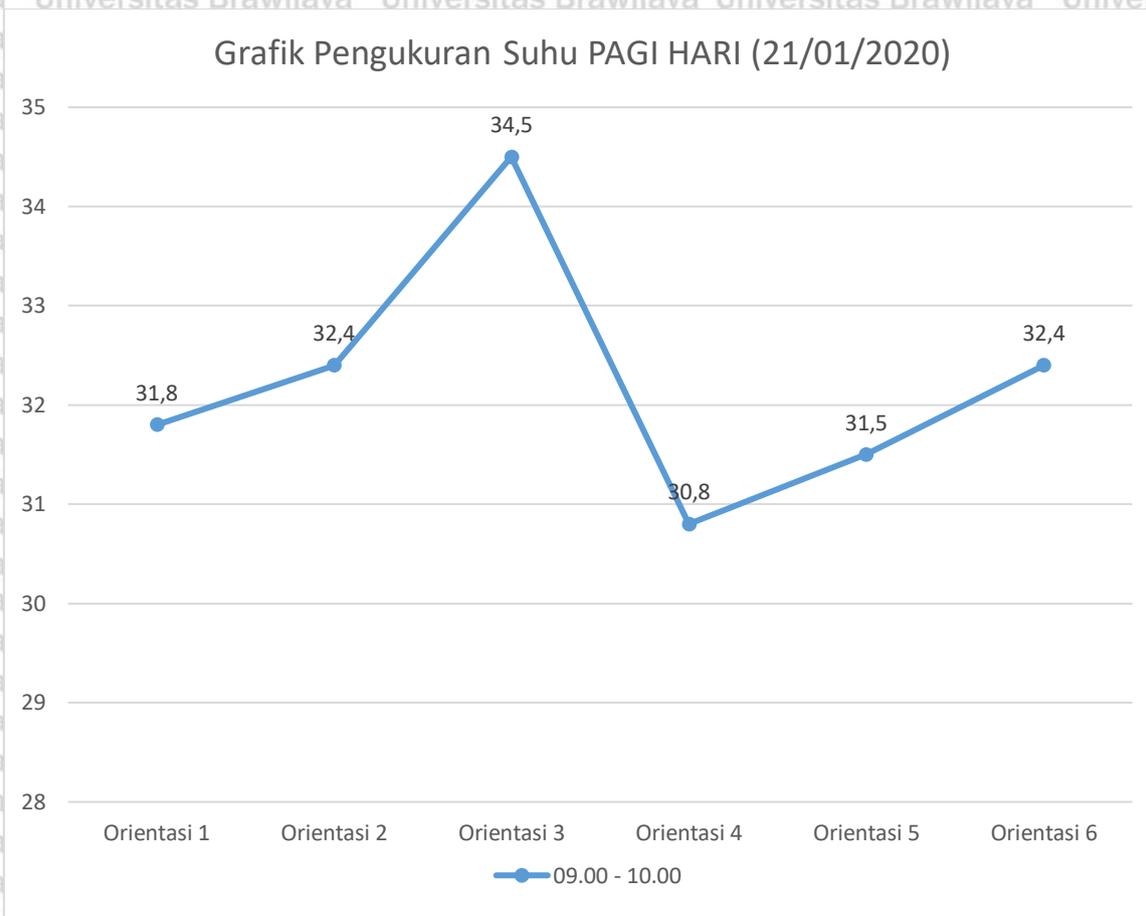


Diagram 4.3 Pengukuran Suhu Pagi Hari (21/01/2020)

Dari grafik yang disajikan dapat dilihat bahwa pada pengukuran pagi hari, orientasi yang memiliki suhu paling rendah ialah orientasi 4. Sedangkan orientasi yang memiliki suhu paling tinggi ialah orientasi 3. Suhu pada orientasi 3 itu sendiri juga melebihi suhu lingkungan (suhu di luar bangunan) yang mana suhu di luar bangunan adalah sebesar  $34,2^{\circ}\text{C}$ . Grafik perbedaan antara suhu diluar bangunan dan suhu didalam bangunan (pada titik pengukuran) di pagi hari dapat dilihat pada Diagram 4.4 di bawah ini.

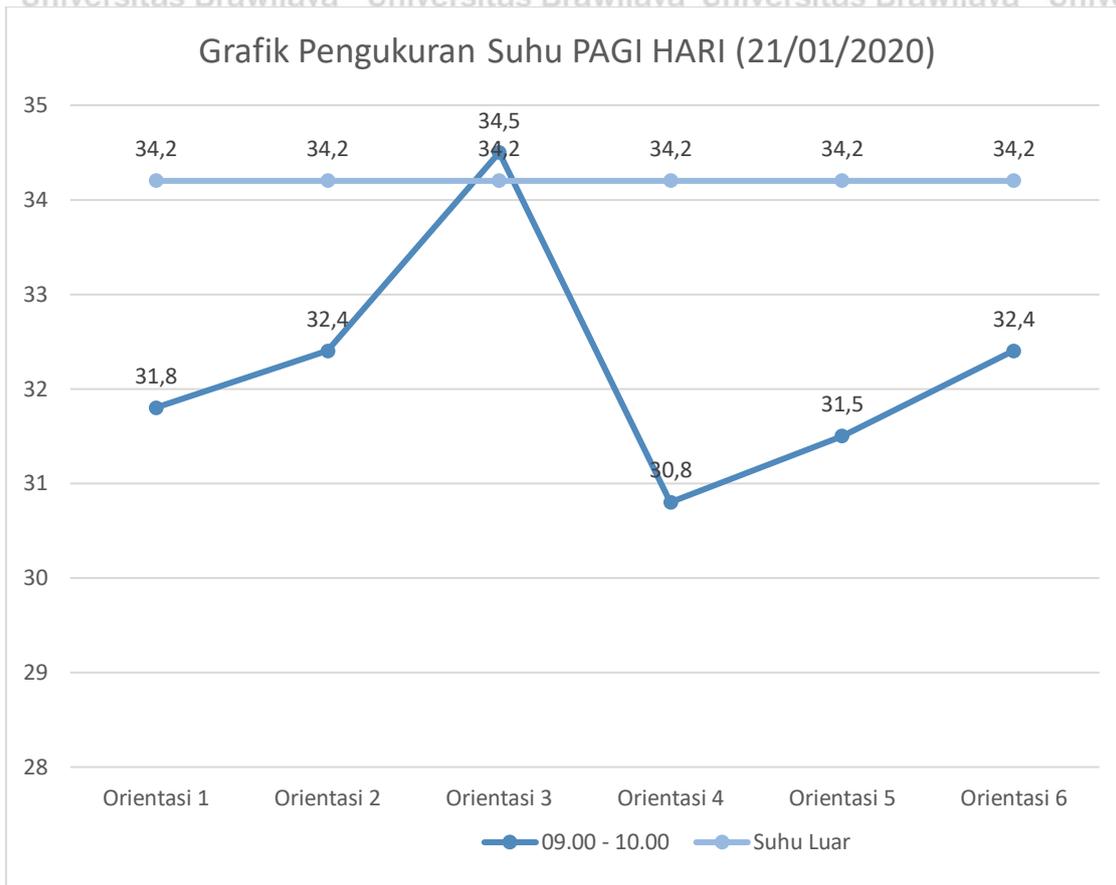


Diagram 4 4 Pengukuran Suhu Pagi Hari (Di dalam dan di luar ruangan)

Pada grafik di atas dapat disimpulkan bahwa semua orientasi memiliki suhu yang lebih rendah dari suhu luar kecuali orientasi 3. Perbedaan antara suhu luar dengan suhu pada orientasi 3 hanya sebesar  $0,3^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan pada orientasi lainnya, dari grafik dapat terlihat bahwa yang memiliki selisih suhu paling jauh antara didalam ruangan dan diluar ruangan adalah orientasi 4 dengan selisih sebesar  $3,4^{\circ}\text{C}$  lebih rendah dari suhu luar.

Secara keseluruhan, yang memiliki suhu paling rendah pada pagi hari adalah Orientasi 4, dimana orientasi tersebut termasuk dalam kategori Orientasi Cenderung Barat (bersama orientasi 5 dan 6). Hal ini dikarenakan posisi matahari pada pagi hari (09.00-10.00) yang masih cenderung rendah dan berasal dari timur, sehingga pada kebanyakan bangunan dengan Orientasi Cenderung Barat, seluruhnya berada pada angka suhu yang lebih rendah dari suhu luar, tidak seperti bangunan dengan Orientasi Cenderung Timur (Orientasi 1, 2, dan 3) yang terdapat suhu termalnya tercatat lebih tinggi dari suhu luar. Pembahasan lebih lanjut mengenai hasil pengukuran di masing-masing orientasi akan dibahas pada poin-poin dibawah ini.

a. Orientasi 1

Pengukuran suhu pada orientasi 1 di pagi hari (09.00-10.00) menghasilkan angka sebesar  $31,8^{\circ}\text{C}$  seperti yang dapat dilihat pada diagram 4.3 dan 4.4. Untuk kategori Orientasi Cenderung Timur, orientasi 1 inilah yang mempunyai suhu paling rendah (diantara orientasi 2 dan 3). Suhu pada orientasi 1 ini memiliki suhu  $2,4^{\circ}\text{C}$  lebih rendah dari suhu luar.

b. Orientasi 2

Suhu Termal pada Orientasi 2 yang dilakukan di pagi hari tercatat sebesar  $34,2^{\circ}\text{C}$ . Besaran angka suhu termal pada Orientasi 2 ini masih lebih rendah dari suhu luar, yang menandakan bahwa pada pagi hari, respon bangunan terhadap lingkungan luar masih baik. Selisih antara suhu luar bangunan dengan suhu didalam bangunan Orientasi 2 terhitung sebesar  $1,8^{\circ}\text{C}$ .

c. Orientasi 3

Dalam kelompok bangunan dengan Orientasi Cenderung Timur, bangunan Orientasi 3 ini merupakan bangunan yang memiliki suhu tertinggi. Suhu termal didalam bangunan Orientasi 3 ini tercatat sebesar  $34,5^{\circ}\text{C}$ . Meskipun memiliki selisih hanya sebesar  $0,3^{\circ}\text{C}$  dari suhu luar, tetapi hanya Orientasi 3 ini yang tercatat memiliki suhu termal lebih tinggi dari suhu luar bangunan yang sebesar  $34,2^{\circ}\text{C}$ .

d. Orientasi 4

Secara keseluruhan, suhu termal dari Orientasi 4 pada pagi hari ini merupakan orientasi dengan suhu termal terendah dari seluruh orientasi. Suhu termal pada Orientasi 4 yang tercatat pada pagi hari sebesar  $30,8^{\circ}\text{C}$ . Suhu didalam ruangan pada Orientasi 4 ini terhitung  $3,4^{\circ}\text{C}$  lebih rendah dari suhu luar ruangan. Orientasi 4 yang sebelumnya telah dijelaskan memiliki arah orientasi yang hampir tepat mengarah ke barat dan cenderung ke arah utara, dapat menjadi faktor rendahnya suhu termal pada orientasi 4 ini di pagi hari yang berasal dari timur dan cenderung dari selatan ketika waktu pengukuran (Bulan Januari).

e. Orientasi 5

Suhu Termal pada Orientasi 5 menempati angka terendah kedua setelah Orientasi 4 dari seluruh orientasi yang ada. Suhu termal pagi hari pada Orientasi 5 ini sebesar  $31,5^{\circ}\text{C}$ . Dengan suhu luar yang sebesar  $34,2^{\circ}\text{C}$ , didapatkan fakta bahwa selisih suhu antara luar ruangan dan didalam ruangan Orientasi 5 ini sebesar  $2,7^{\circ}\text{C}$ . Selisih suhu ini masih tidak lebih besar dibandingkan dengan Orientasi 4 yang mencapai selisih sebesar  $3,4^{\circ}\text{C}$ .

f. Orientasi 6

Berdasarkan tren yang dapat dilihat dari grafik pada diagram 4.3 dan 4.4, didapatkan bahwa suhu termal kian meningkat pada masing-masing kelompok orientasi (Orientasi Cenderung Timur dan Orientasi Cenderung Barat). Dimana pada poin sebelumnya sudah dibahas mengenai suhu termal yang kian meningkat dari orientasi 4 menuju ke 5, maka suhu termal ini makin meningkat pula di orientasi 6. Dari kelompok Orientasi Cenderung Barat, orientasi 6 ini lah yang memiliki suhu paling tinggi diantara Orientasi 4 dan 5. Pada Orientasi 6 ini yang memiliki suhu termal tertinggi pada kelompok Orientasi Cenderung Barat ini masih memiliki angka yang berada dibawah suhu luar ruangan. Suhu termal pada Orientasi 6 ini tercatat sebesar 34,2oC dan memiliki selisih sebesar 1,8°C.

#### 4.3.2 Suhu Termal Siang Hari

Pengukuran suhu termal siang hari dilakukan pada interval 12.00-13.00 WIB. Pengukuran suhu termal di siang hari ini dilakukan sebanyak 2 kali, yakni pada tanggal 20 Januari 2020 dan keesokan harinya, 21 Januari 2020. Pada tiap-tiap hari pengukuran dilakukan pengukuran pada masing-masing orientasi yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.2 (20/01/2020) dan tabel 4.3 (21/01/2020).

Tabel 4.2 Suhu Termal Siang Hari (20/01/2020)

20/01/2020

| Jam/Orientasi | 1  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | Suhu Luar |
|---------------|----|------|------|------|------|------|-----------|
| 12.00 - 13.00 | 34 | 34,2 | 34,5 | 33,7 | 34,5 | 34,8 | 37,2      |

Berdasarkan hasil pengukuran yang sudah didata dalam bentuk tabel, maka data tersebut diolah sedemikian rupa ke dalam bentuk grafik yang ada di Diagram 4.5 dan 4.6 dibawah ini. Pada diagram 4.5 terlihat bagaimana tren suhu termal pada tiap orientasi saat pengukuran 20 Januari 2020 di siang hari, dan pada diagram 4.6 dapat dilihat bagaimana kondisi suhu termalnya tersebut terhadap suhu diluar ruangan.

Grafik Pengukuran Suhu SIANG HARI (20/01/2020)

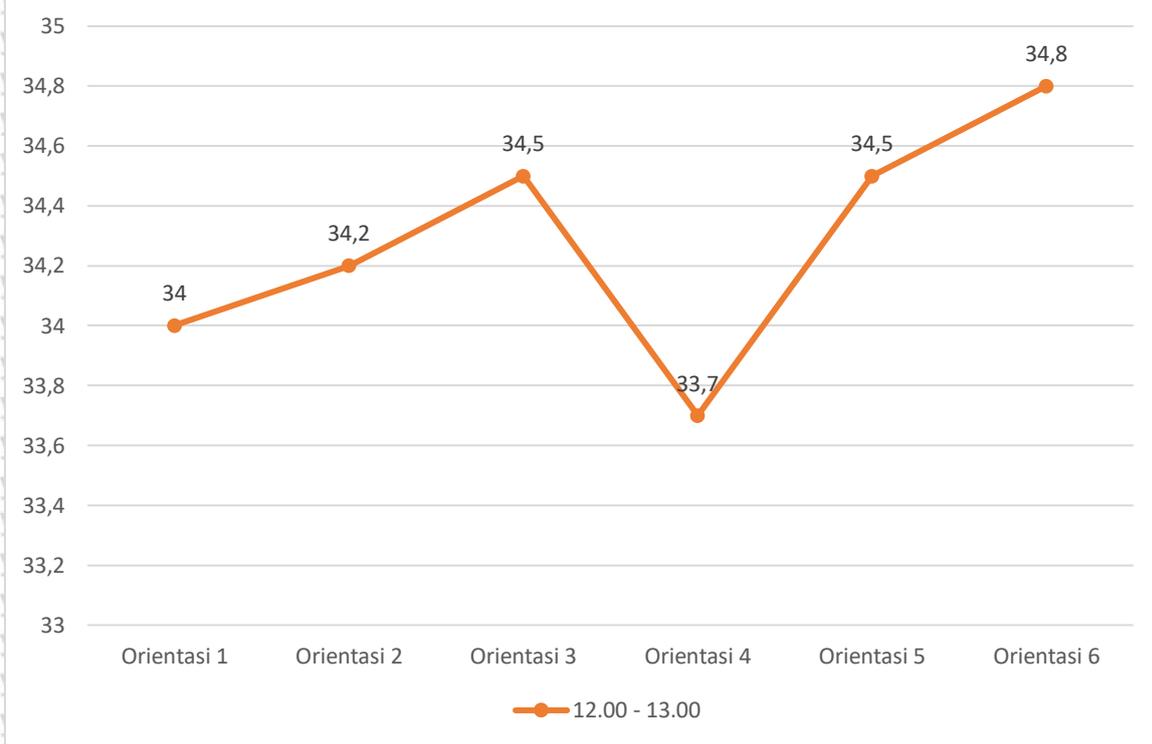


Diagram 4 5 Pengukuran Suhu Siang Hari (20/01/2020)

Grafik Pengukuran Suhu SIANG HARI (20/01/2020)

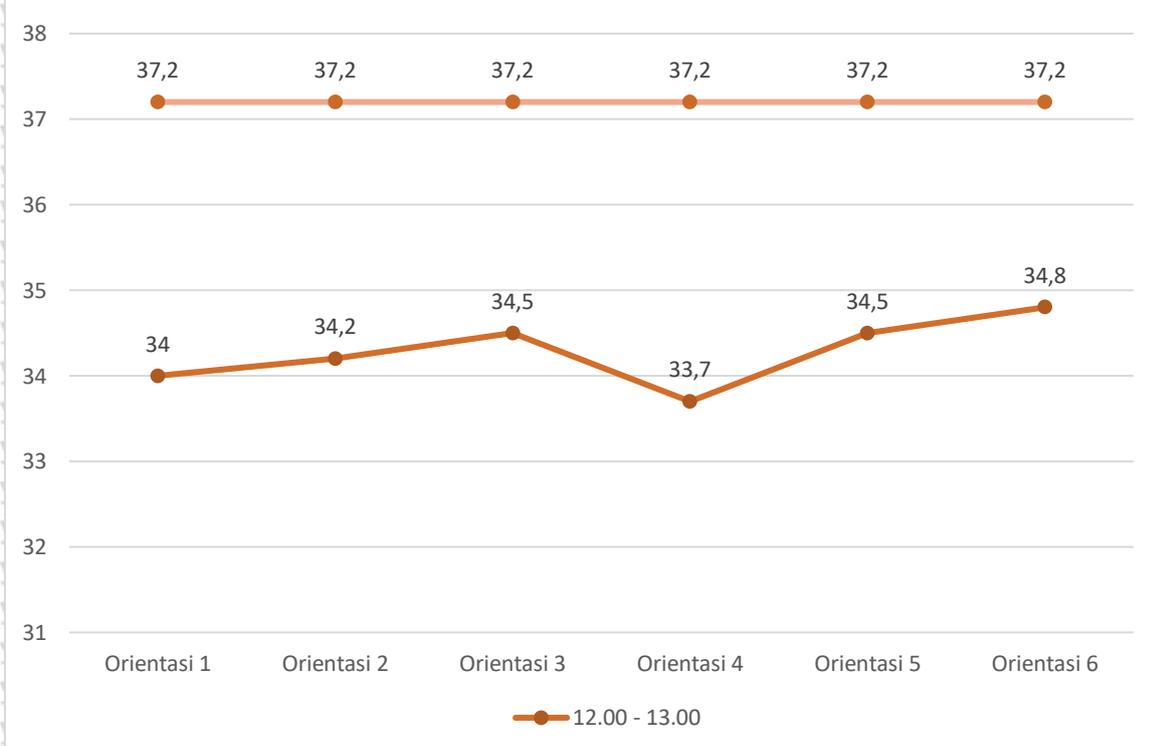


Diagram 4 6 Pengukuran Suhu Siang Hari (20/02/2020) di Luar dan di dalam Ruangan



Dari kedua grafik di atas (Diagram 4.5 dan 4.6) dapat disimpulkan pada pengukuran tanggal 20 Januari 2020 Suhu termal terendah berada di Orientasi 4, dan suhu tertinggi ada pada Orientasi 6. Suhu termal terendah pada Orientasi 4 berada pada angka  $33,7^{\circ}\text{C}$  dengan selisih sebesar  $3,5^{\circ}\text{C}$  lebih rendah dari suhu luar. Sedangkan untuk suhu tertinggi berada pada Orientasi 6 dengan angka sebesar  $34,8^{\circ}\text{C}$ . Meskipun suhu pada Orientasi 6 adalah yang tertinggi, namun angkanya masih berada dibawah suhu pada luar ruangan. Tren grafik hampir serupa dengan tren grafik pada pengukuran pagi hari, dimana terjadi kenaikan pada tiap-tiap kelompok orientasi (Orientasi Cenderung Timur dan Orientasi Cenderung Barat). Pada Orientasi Cenderung Barat suhu termal terendah terdapat pada Orientasi 1 dan meningkat terus hingga Orientasi 3 yang angkanya tertinggi pada kelompok Orientasi Cenderung Timur. Terjadi pula pada kelompok Orientasi Cenderung Barat dimana suhu termal terendah ada pada Orientasi 4 dan meningkat hingga ke Orientasi 6.

Seperti yang sudah dipaparkan sebelumnya bahwa untuk pengukuran suhu termal di siang hari ini dilakukan dalam 2 hari. Maka didapat hasil pengukuran hari kedua untuk interval waktu siang hari (12.00-13.00) yang dilakukan pada tanggal 21/01/2020 tercatat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Pengukuran Suhu Siang Hari (21/01/2020)

| 21/01/2020    |    |      |      |      |      |      |           |
|---------------|----|------|------|------|------|------|-----------|
| Jam/Orientasi | 1  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | Suhu Luar |
| 12.00 – 13.00 | 34 | 34,8 | 35,2 | 34,1 | 35,3 | 36,7 | 39        |

Secara garis besar, pengukuran pada hari kedua menghasilkan angka yang lebih tinggi dibanding pengukuran hari pertama (20/01/2020). Hal ini dipengaruhi suhu lingkungan yang mana pada hari itu diluar ruangan suhu termalnya mencapai  $39^{\circ}\text{C}$ , sedangkan pada pengukuran hari pertama didapat suhu termal luar ruangnya pada siang hari sebesar  $37,2^{\circ}\text{C}$ . Terjadi perubahan kenaikan  $1,8^{\circ}\text{C}$  untuk suhu luar pada siang hari dari tanggal 20 Januari ke 21 Januari 2020.

Dibawah ini terdapat data pada tabel 4.3 diatas yang telah disajikan dalam bentuk grafik. Pada diagram 4.7 dibawah ini terlihat bahwa suhu terendah berada pada Orientasi 1 dengan suhu termal sebesar  $34^{\circ}\text{C}$  dan suhu termal tertinggi ada pada Orientasi 6 dengan suhu termal sebesar  $36,7^{\circ}\text{C}$ . Perbandingan suhu didalam bangunan pada tiap orientasi dengan suhu luarnya juga disajikan pada diagram 4.8.

Grafik Pengukuran Suhu SIANG HARI (21/01/2020)

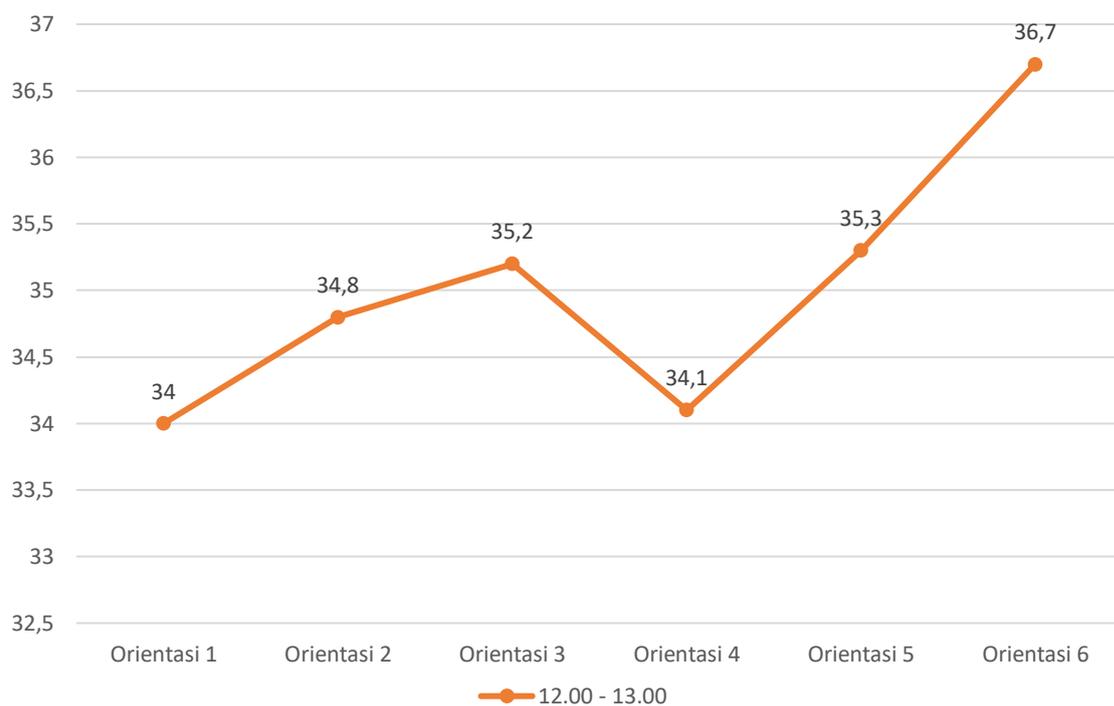


Diagram 4 7 Pengukuran Suhu Siang Hari (21/01/2020)

Grafik Pengukuran Suhu SIANG HARI (21/01/2020)

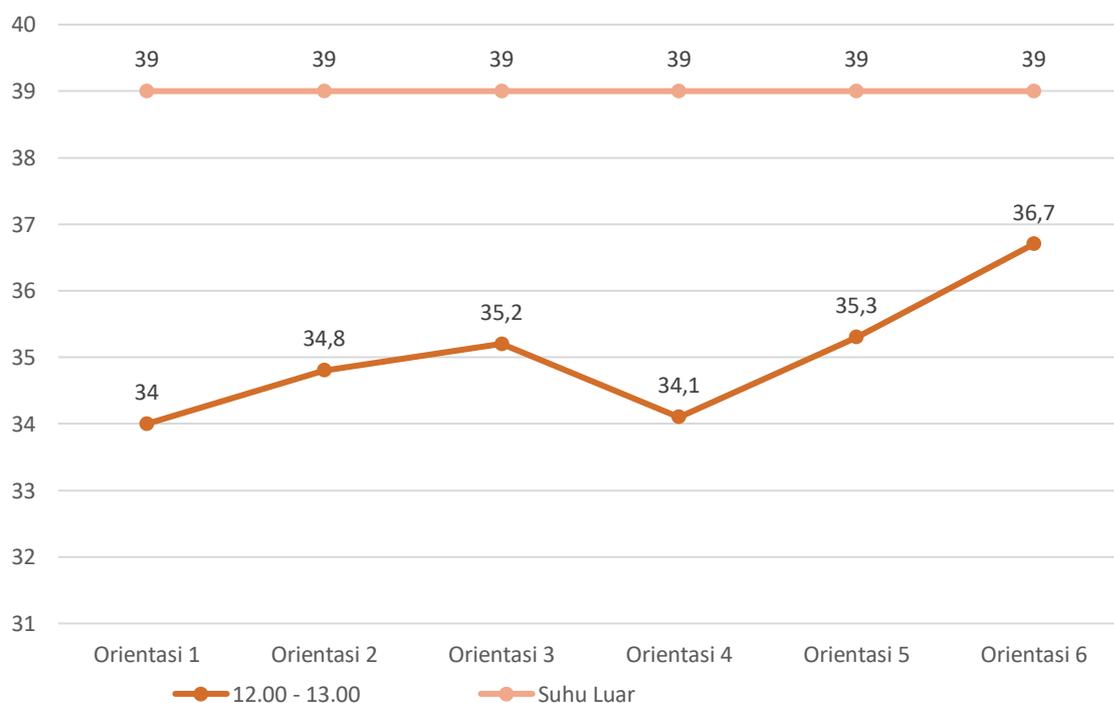


Diagram 4 8 Pengukuran Suhu Siang Hari (21/01/2020) Di dalam dan di luar ruangan



Dari kedua grafik pengukuran pada waktu siang hari, didapatkan tren grafik yang serupa. Suhu termal cenderung meningkat dari orientasi 1 hingga 3, dan dari orientasi 4 hingga 6. Namun terdapat perbedaan kenaikan tren suhu antara orientasi cenderung barat (Orientasi 4, 5, dan 6) dengan orientasi cenderung timur (Orientasi 1, 2, dan 3).

Dapat disimpulkan juga dari grafik-grafik pengukuran di kedua hari, pada orientasi cenderung barat terjadi kenaikan yang lebih tinggi dibanding pada orientasi cenderung timur. Selisih kenaikan suhu termal pada sisi cenderung timur hanya sebesar  $1,2^{\circ}$ , sedangkan pada orientasi cenderung barat mencapai  $2,6^{\circ}$  yang mana mencapai 2 kali lipat selisih suhu pada orientasi cenderung timur. Hal ini dikarenakan pada waktu pengukuran siang hari (12.00 – 13.00) di Bulan Januari, posisi matahari sudah cenderung berada di arah barat daya. Untuk pembahasan lebih lanjut dari pengukuran masing-masing orientasi di kedua hari pengukuran (20 & 21 Januari 2020) akan dijabarkan pada poin-poin dibawah ini.

a. Orientasi 1

Pada pengukuran suhu termal hari pertama (20/01/2020) dan hari kedua (21/01/2020) di Orientasi 2, didapatkan hasil yang konstan. Pada interval waktu siang hari (12.00-13.00) suhu termal Orientasi 2 tidak mengalami perubahan, yaitu tetap berada pada angka  $34^{\circ}\text{C}$ . Angka tersebut menempati posisi terendah kedua setelah Orientasi 4 di hari pertama, namun angka tersebut merupakan suhu termal terendah pada saat pengukuran di hari kedua. Namun selisihnya dengan suhu termal Orientasi 4 pada saat Orientasi 1 menempati posisi terendah hanyalah sebesar  $0,1^{\circ}\text{C}$ , dimana suhu termal Orientasi 1 sebesar  $34^{\circ}\text{C}$ , dan di Orientasi 4 sebesar  $34,1^{\circ}\text{C}$ .

Selisih antara suhu termal luar ruangan dan didalam ruangan pada orientasi 1 di hari pertama didapatkan sebesar  $3,2^{\circ}\text{C}$ . Pada hari kedua, selisih suhu antara luar ruangan dan didalam ruangan pada orientasi 1 ini didapatkan angka yang lebih besar, yaitu mencapai  $5^{\circ}\text{C}$ . Meskipun pada kedua hari mengalami kenaikan suhu pada ruang luar, namun didapatnya besaran suhu yang konstan pada orientasi 1 ini di kedua hari menunjukkan bahwa bangunan dengan orientasi ini memiliki kinerja penurunan suhu yang baik saat suhu di luar ruangan sedang tinggi. Terlihat pula dari selisih penurunan suhunya antara ruang luar dan didalam ruangan. Pada hari kedua saat suhu luar ruangan mencapai  $39^{\circ}\text{C}$ , suhu didalam bangunan dapat  $5^{\circ}$  lebih dingin dari suhu luar.

b. Orientasi 2

Suhu termal pada Orientasi 2 mengalami kenaikan dari hari pertama ke hari kedua. Pada hari pertama, suhu termal pada Orientasi 2 tercatat sebesar  $34,2^{\circ}\text{C}$ , lalu mengalami kenaikan menjadi  $34,8^{\circ}\text{C}$  pada pengukuran hari kedua. Hal ini diikuti seiring bertambahnya juga suhu diluar ruangan yang mana pada hari pertama sebesar  $37,2^{\circ}\text{C}$  dan meningkat menjadi  $39^{\circ}\text{C}$  pada hari kedua. Meskipun suhu dalam ruangan meningkat seiring meningkatnya suhu di luar ruangan, selisihnya semakin terlihat jauh pada hari kedua. Selisih antara suhu luar dan dalam pada hari pertama sebesar  $3^{\circ}\text{C}$ , sementara pada hari kedua selisihnya menjadi  $4,2^{\circ}\text{C}$ . Hal ini menunjukkan bahwa bangunan Orientasi 2 memiliki kinerja penurunan suhu termal yang cukup baik saat suhu di luar ruangan sedang panas.

c. Orientasi 3

Secara garis besar, suhu pada Orientasi 3 selalu memiliki suhu tertinggi diantara kelompok bangunan Orientasi Cenderung Timur (Orientasi 1, 2, dan 3). Pada hari pertama tercatat suhu termal pada Orientasi 3 sebesar  $34,5^{\circ}\text{C}$  dan meningkat pada hari kedua menjadi sebesar  $35,2^{\circ}\text{C}$ . Meningkatnya suhu pada orientasi ini dari hari pertama ke hari kedua disebabkan juga oleh meningkatnya suhu diluar ruangan. Selisih suhu luar ruangan dan didalam ruangan pada orientasi 2 di siang hari ini menunjukkan angka yang tidak sebesar pada orientasi 1 maupun 2. Pada hari pertama pengukuran, selisih suhu luar dan suhu didalam ruangan pada Orientasi 2 ini terhitung sebesar  $2,7^{\circ}\text{C}$  dan sebesar  $3,8^{\circ}\text{C}$ .

d. Orientasi 4

Dari data pada tabel dan grafik hasil pengukuran suhu termal siang hari, didapatkan bahwa suhu termal pada Orientasi 4 selalu menempati posisi terendah diantara kelompok bangunan Orientasi Cenderung Barat (Orientasi 4, 5, dan 6). Pada hari pertama pengukuran yang suhu termal didalam ruangnya sebesar  $33,7^{\circ}\text{C}$ , Orientasi 4 ini memiliki suhu termal paling rendah diantara seluruh orientasi yang ada. Selisihnya dengan suhu luar mencapai  $3,5^{\circ}\text{C}$ .

Pada pengukuran hari kedua, suhu termal didalam ruangan Orientasi 4 mengalami peningkatan menjadi  $34,1^{\circ}\text{C}$ . Kenaikan suhu ini menggeser posisinya yang pada hari pertama merupakan orientasi dengan suhu termal terendah, menjadi terendah kedua. Pada pengukuran hari kedua, suhu termal terendah ada pada Orientasi 1 dengan nilai suhu termal yang sangat berbeda tipis dengan suhu termal di Orientasi 4 ini. Suhu termal pada Orientasi 1 di hari kedua pengukuran yang

sebesar  $34^{\circ}\text{C}$  hanya berbeda  $0,1^{\circ}\text{C}$  dengan suhu termal orientasi 4 ini yang sebesar  $34,1^{\circ}\text{C}$ .

Selisih antara suhu luar dan suhu dalam bangunan pada hari pertama di Orientasi 4 terhitung sebesar  $3,5^{\circ}\text{C}$ , sedangkan pada hari kedua terhitung selisihnya sebesar  $4,9^{\circ}\text{C}$ . Terjadinya penurunan suhu yang juga cukup tinggi pada orientasi 4 ini seperti pada orientasi 1, disebabkan oleh arah hadapnya yang mana diantara seluruh kelompok Orientasi Cenderung Barat dan condong ke utara karena sudut kemiringan orientasinya yang sebesar  $85^{\circ}$  dari utara (berlawanan jarum jam). Sementara posisi matahari pada bulan januari, garisnya berada cenderung di selatan.

e. Orientasi 5

Suhu pada Orientasi 5 di hari pertama pengukuran tercatat sebesar  $34,5^{\circ}\text{C}$ . Angka tersebut mempunyai selisih sebesar  $2,7^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan pada hari kedua, mengalami peningkatan suhu termal menjadi  $35,3^{\circ}\text{C}$ , dengan selisih antara suhu luar ruangan dengan ruang dalamnya didapat sebesar  $3,7^{\circ}\text{C}$ . Angka penurunan suhu pada orientasi 5 ini secara keseluruhan memiliki nilai yang lebih rendah dari Orientasi 4 yang sesama tergolong dalam orientasi cenderung barat.

Orientasi 4 memiliki kinerja penurunan suhu yang tidak lebih baik dari orientasi 4 pada siang hari, dikarenakan arah orientasinya yang memiliki sudut sebesar  $105^{\circ}$  yang mana lebih condong ke arah selatan, sesuai arah datangnya matahari pada saat pengukuran. Berbeda dengan orientasi 4 yang memiliki suhu terendah diantara seluruh kelompok Orientasi Cenderung Barat karena orientasi 4 yang satu – satunya memiliki sudut orientasi sebesar  $85^{\circ}$  yang lebih kecil dari  $90^{\circ}$  dan berarti condong menghadap ke utara.

f. Orientasi 6

Orientasi 6 memiliki suhu termal tertinggi dari seluruh orientasi yang ada, baik dari kelompok Orientasi Cenderung Timur maupun Orientasi Cenderung Barat di kedua hari pengukuran. Pada hari pertama pengukuran tercatat suhu termal pada orientasi 6 sebesar  $34,8^{\circ}\text{C}$  dan sebesar  $36,7^{\circ}\text{C}$  pada hari kedua. Orientasi 6 memiliki suhu termal paling panas pada kedua hari dikarenakan orientasinya yang memiliki sudut sebesar  $125^{\circ}$  dari utara berlawanan arah jarum jam menyebabkan orientasi ini yang paling condong ke arah selatan dibanding orientasi lainnya. Sehingga sinar matahari yang datangnya dari arah selatan dan mulai tergelincir ke barat pada waktu siang hari, menyebabkan tingginya suhu termal pada orientasi ini.

### 4.3.3 Suhu Termal Sore Hari

Pengukuran suhu termal di seluruh orientasi pada interval waktu sore hari (15.00-16.00) menghasilkan data yang tertera pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4 4 Pengukuran Suhu Termal Sore Hari (21/01/2020)

| 21/01/2020    |      |      |      |      |      |      |           |
|---------------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| Jam/Orientasi | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | Suhu Luar |
| 15.00 – 16.00 | 30,8 | 32,5 | 32,8 | 32,7 | 33,3 | 33,5 | 32,7      |

Secara umum, suhu pada sore hari telah mengalami penurunan dibandingkan pada waktu siang hari. Sesuai kondisi geografis lingkungan yang telah dibahas pada sub-bab sebelumnya menunjukkan bahwa suhu terpanas di lingkungan Kota Malang tercatat pada interval waktu dari jam 10.00 hingga pukul 13.00. Sehingga suhu termal pada sore hari di luar lingkungan telah mengalami penurunan, begitu juga dengan suhu termal didalam bangunannya yang mengalami penurunan dari pengukuran pada interval waktu siang hari.

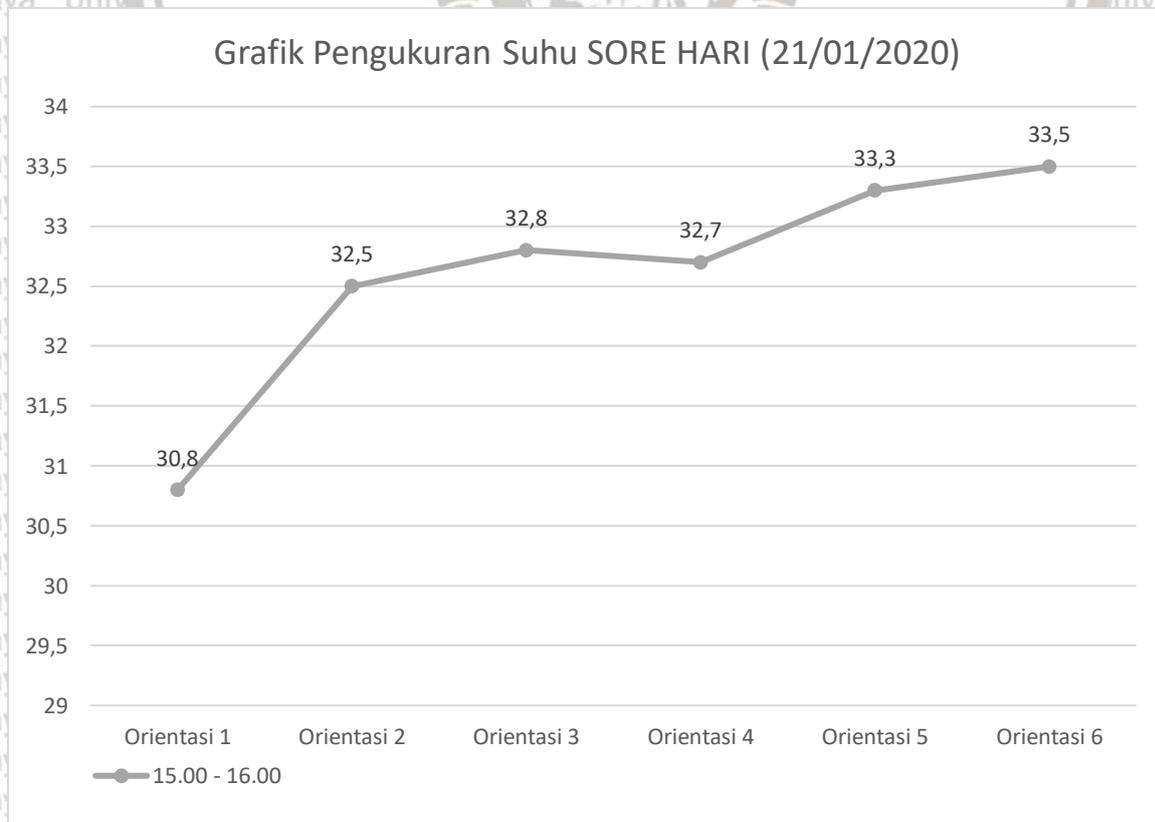


Diagram 4 9 Pengukuran Suhu Termal Sore Hari (21/01/2020)



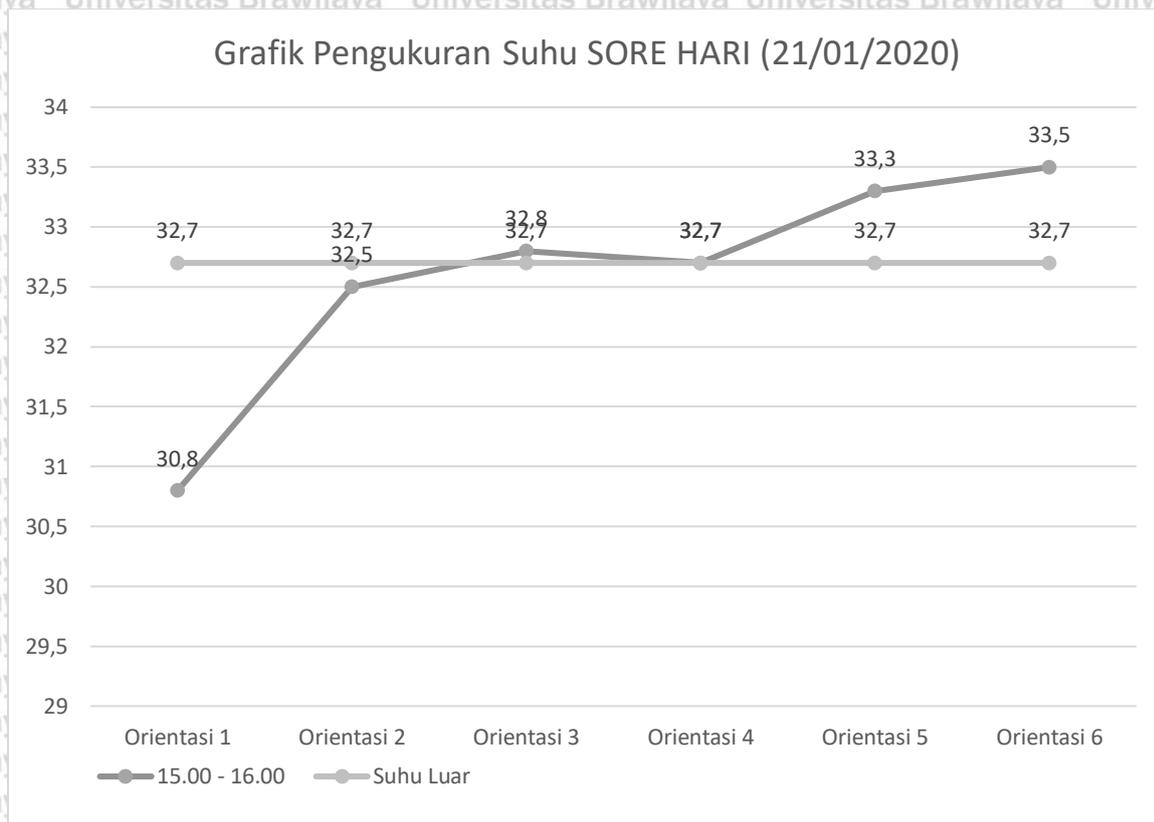


Diagram 4 10 Pengukuran Suhu Termal Sore Hari (21/01/2020) Di dalam dan di luar ruangan

Namun masih dengan menunjukkan tren grafik yang sama pada pengukuran pagi hari maupun siang hari, yaitu suhu termal meningkat dari Orientasi 1 hingga 3, lalu menurun dan meningkat mulai dari orientasi 4 hingga 6. Masing – masing kelompok orientasi (Cenderung Timur dan Cenderung Barat) selalu mengalami kenaikan suhu seiring membesarnya sudut orientasi jika dihitung dari arah utara.

Pada pengukuran suhu termal di sore hari, selain tren kenaikan suhu yang serupa dengan pengukuran pada interval waktu lainnya, terdapat juga perbedaan yang cukup drastis pada hasil pengukuran suhu dibandingkan pada interval waktu lainnya. Pada waktu sore hari, suhu termal pada beberapa orientasi tercatat sebanyak 3 orientasi melebihi dari suhu luar ruangan, dan 1 orientasi suhunya sama dengan suhu luar. Hal ini diakibatkan adanya udara panas yang telah terperangkap pada waktu siang hari dimana suhu luar sangat panas, sehingga meskipun suhu didalam ruangan telah menurun dari siang hari, terdapat beberapa orientasi yang pada sore hari melebihi suhu luar ruangan. Pembahasan lebih lanjut per-orientasi pada pengukuran sore hari ini dijabarkan pada poin-poin dibawah ini.

a. Orientasi 1

Suhu orientasi 1 pada waktu sore hari menempati posisi orientasi dengan suhu terendah. Hal ini serupa dengan pengukuran pada interval waktu pagi hari maupun siang hari, dimana orientasi 1 selalu menjadi orientasi dengan suhu terendah, terutama diantara kelompok Orientasi Cenderung Timurnya sendiri. Suhu termal orientasi 1 pada waktu sore hari tercatat sebesar  $30,8^{\circ}\text{C}$  yang memiliki selisih suhu terbanyak dari suhu luar, yaitu sebesar  $1,9^{\circ}\text{C}$ .

b. Orientasi 2

Orientasi 2 menempati posisi orientasi dengan suhu termal terendah kedua pada sore hari setelah orientasi 1. Suhu termal Orientasi 2 pada waktu sore hari adalah sebesar  $32,5^{\circ}\text{C}$ . Meskipun suhu termal pada orientasi 2 ini lebih rendah dari suhu luar, perbedaannya hanya sebesar  $0,2^{\circ}\text{C}$  dari suhu luar yang suhunya  $32,7^{\circ}\text{C}$ .

c. Orientasi 3

Suhu termal pada orientasi 3 kembali melebihi suhu luar ruangan seperti pada pengukuran waktu pagi hari. Hal ini disebabkan oleh terjadinya penumpukan udara panas didalam ruangan yang telah terakumulasi pada orientasi 3 dari pagi hari, dimana sejak pagi hari, suhu didalam ruangan pada orientasi 3 sudah melebihi suhu diluar ruangan dikarenakan orientasinya yang termasuk dalam kelompok Orientasi Cenderung Timur dan condong ke selatan. Sehingga menerima banyak panas dari matahari pukul 10.00 hingga siang hari. Tercatat suhu termal pada orientasi 3 di sore hari sebesar  $32,8^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan suhu antara didalam ruangan dan diluar ruangnya hanya sebesar  $0,1^{\circ}\text{C}$ , tetapi terhitung melebihi. Orientasi 3 kembali menjadi orientasi dengan suhu termal paling tinggi diantara kelompok Orientasi Cenderung Timur dibanding orientasi 1 dan 2.

d. Orientasi 4

Pengukuran suhu termal pada orientasi 4 menghasilkan angka sebesar  $32,7^{\circ}\text{C}$  yang mana angka tersebut sama dengan suhu luar ruangan. Hal ini berarti pada bangunan tidak terjadi kinerja penurunan suhu apapun. Namun, dapat dilihat dari diagram 4.10 bahwa suhu termal pada orientasi 4 kembali menjadi yang terendah diantara kelompok Orientasi Cenderung Barat bersama orientasi 5 dan 6 seperti pada pengukuran pagi hari dan siang hari.

e. Orientasi 5

Orientasi 5 yang memiliki sudut orientasi sebesar  $105^{\circ}$  berlawanan arah jarum jam dari utara, menandakan arah hadapnya yang ke arah barat namun condong ke selatan. Sehingga pada pengukuran sore hari ini tercatat suhunya melebihi suhu

luar ruangan, yang diakibatkan tingginya penerimaan suhu panas dari sinar matahari sejak siang hari yang sudah bergerak ke arah barat dan berasal dari selatan. Suhu termal pada orientasi 5 di sore hari adalah sebesar 33,30C yang selisihnya 0,60C lebih tinggi dari suhu luar.

f. Orientasi 6

Seperti pada pengukuran di waktu pagi hari dan siang hari, suhu termal pada orientasi 6 memiliki suhu yang tertinggi diantara bangunan-bangunan dengan kelompok Orientasi Cenderung Barat lainnya. Pada siang hari dan sore hari menduduki posisi orientasi dengan suhu termal tertinggi dari seluruh orientasi, dikarenakan orientasi 6 adalah orientasi yang menghadap ke barat dan memiliki kecondongan ke arah selatan paling tinggi dibanding orientasi lainnya yang cenderung barat. Suhu termal Orientasi 6 pada sore hari tercatat sebesar 33,50C yang mana lebih tinggi 0,80C dibanding suhu di luar ruangan.

**4.3.4 Rekapitulasi Suhu Termal Pagi, Siang & Sore**

Dari analisa masing-masing orientasi per interval waktu, maka jika direkap secara keseluruhan pada kedua hari pengukuran, tersaji pada tabel 4.5 dan 4.6 dibawah ini.

Tabel 4 5 Suhu Termal 20/01/2020

| 20/01/2020    |    |      |      |      |      |      |           |
|---------------|----|------|------|------|------|------|-----------|
| Jam/Orientasi | 1  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | Suhu Luar |
| 12.00 - 13.00 | 34 | 34,2 | 34,5 | 33,7 | 34,5 | 34,8 | 37,2      |

Tabel 4 6 Suhu Termal 21/01/2020

| 21/01/2020    |      |      |      |      |      |      |           |
|---------------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| Jam/Orientasi | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | Suhu Luar |
| 09.00 – 10.00 | 31,8 | 32,4 | 34,5 | 30,8 | 31,5 | 32,4 | 34,2      |
| 12.00 – 13.00 | 34   | 34,8 | 35,2 | 34,1 | 35,3 | 36,7 | 39        |
| 15.00 – 16.00 | 30,8 | 32,5 | 32,8 | 32,7 | 33,3 | 33,5 | 32,7      |

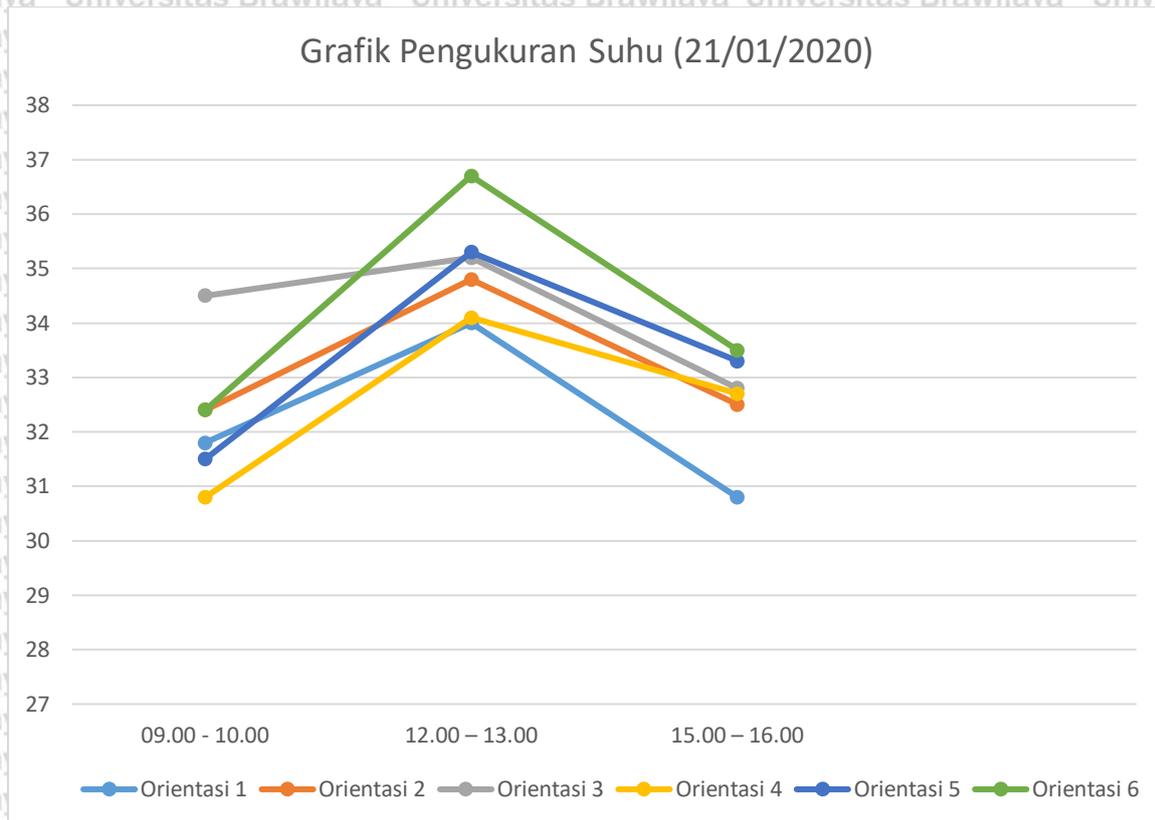


Diagram 4.11 Pengukuran Suhu Termal 21/01/2020

Tabel 4.7 Rata-Rata Pengukuran Suhu Termal (20/01/2020 - 21/01/2020)

| Rata-Rata     |      |      |       |      |      |       |           |
|---------------|------|------|-------|------|------|-------|-----------|
| Jam/Orientasi | 1    | 2    | 3     | 4    | 5    | 6     | Suhu Luar |
| 09.00 – 10.00 | 31,8 | 32,4 | 34,5  | 30,8 | 31,5 | 32,4  | 34,2      |
| 12.00 – 13.00 | 34   | 34,5 | 34,85 | 33,9 | 34,9 | 35,75 | 38,1      |
| 15.00 – 16.00 | 30,8 | 32,5 | 32,8  | 32,7 | 33,3 | 33,5  | 32,7      |

Dari keseluruhan rata-rata suhu termal pada masing-masing orientasi di setiap interval waktu yang tercantum pada tabel 4.7 diatas, diolah sedemikian rupa kedalam bentuk grafik yang ada pada diagram 4.12 dibawah ini.

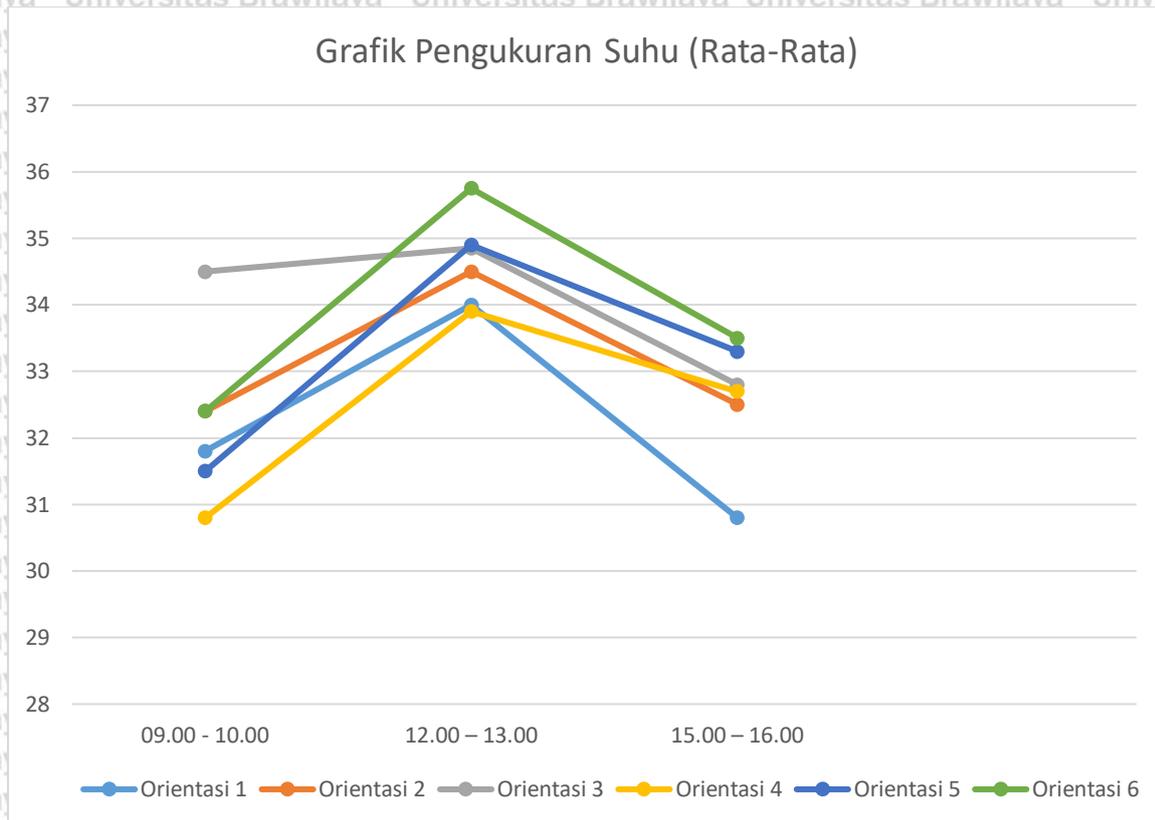


Diagram 4.12 Grafik Rata Rata Pengukuran Suhu Termal (20/01/2020 - 21/01/2020)

Dari keseluruhan data baik pada pengukuran hari pertama (20 Januari 2020) maupun hari kedua (21 Januari 2020) yang sudah di rata – rata dan dapat dilihat pada grafik 4.11 dan 4.12 didapatkan beberapa fakta dan kesimpulan. Suhu paling tinggi dari seluruh interval waktu pengukuran dan seluruh orientasi terjadi pada waktu siang hari (12.00 – 13.00) di objek rumah tinggal orientasi 6 dengan suhu termal rata – rata setinggi 35,75°. Dan suhu paling rendah ada pada Orientasi 4 di waktu pagi hari, dan Orientasi 1 di waktu sore hari. Keduanya memiliki suhu yang sama yakni sebesar 30,8°C.

Tabel 4.8 Rata - Rata Suhu Termal Tiap Orientasi

| Rata-Rata     |      |      |       |      |      |      |
|---------------|------|------|-------|------|------|------|
| Jam/Orientasi | 1    | 2    | 3     | 4    | 5    | 6    |
| Rata - rata   | 32,2 | 33,1 | 34,05 | 32,5 | 33,2 | 33,8 |

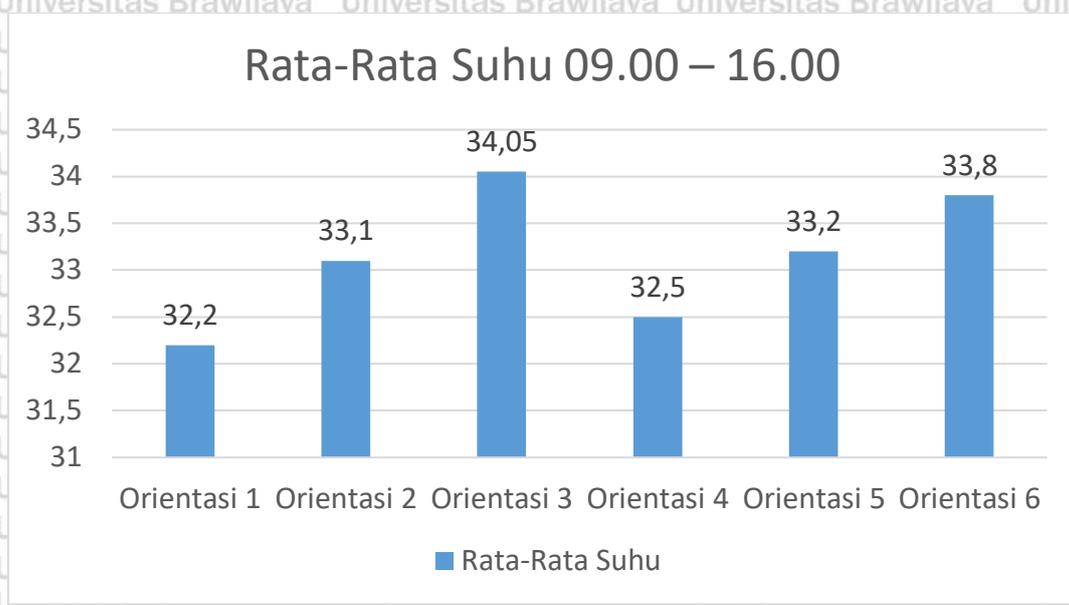


Diagram 4.13 Rata - rata suhu termal masing-masing orientasi (09.00-16.00)

Diagram rata-rata suhu termal secara keseluruhan yang terdapat di atas, menunjukkan bahwa tren grafik meningkat dari orientasi 1-3 (orientasi cenderung timur), dan meningkat dari orientasi 4-6 (orientasi cenderung barat) dari pagi hari hingga sore hari. Dari seluruh rata-rata yang diperoleh, didapat bahwa orientasi 1 yang memiliki suhu rata-rata paling optimal diantara orientasi lainnya. Orientasi 1 yang merupakan orientasi dengan kemiringan  $55^\circ$  dari arah utara searah jarum jam, menunjukkan bahwa pada saat pengukuran yang mengambil waktu di bulan januari memiliki kinerja suhu termal paling baik. Posisi matahari pada bulan januari yang cenderung di selatan mengakibatkan bangunan dengan orientasi yang paling condong ke utara memiliki rata – rata suhu paling rendah.

### 4.3.5 Analisa SPSS

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari adanya berbagai macam orientasi bangunan pada objek penelitian dengan suhu termalnya, maka dilakukan analisa korelasi yang menggunakan perangkat lunak SPSS. Analisa ini nantinya akan menghasilkan angka korelasi dan angka signifikansi untuk mengetahui bagaimana kaitan antar dua variable tersebut dan seberapa besar pengaruh serta tingkat signifikansinya.

Untuk menganalisisnya, dilakukan sebanyak 2 kali secara terpisah pada kelompok bangunan – bangunan Orientasi Cenderung Timur, kemudian dilakukan analisa kembali pada kelompok bangunan – bangunan Orientasi Cenderung Barat. Hal ini dilakukan dikarenakan perbedaan perhitungan sudut orientasinya, dimana pada orientasi timur menggunakan patokan dari arah utara searah jarum jam, namun sebaliknya pada kelompok bangunan Orientasi Cenderung Barat menggunakan patokan dari arah utara yang berlawanan arah jarum jam.

Hasil dari analisa korelasi ini nantinya akan memunculkan koefisien korelasi atau nilai *Pearson Correlations*. Nilai *pearson correlation* ini memiliki nilai paling kecil -1 dan paling besar 1. Berkenaan dengan besaran angka ini, jika 0 maka artinya tidak ada korelasi sama sekali sementara jika nilai korelasi 1 berarti ada korelasi sempurna. Hal ini menunjukkan bahwa semakin nilai *pearson correlation* mendekati 1 atau -1 maka hubungan antara dua variable adalah semakin kuat. Sebaliknya, jika nilai R atau *pearson correlations* mendekati 0 berarti hubungan dua variable menjadi semakin lemah. Jika angka korelasi di atas 0,5 maka menunjukkan korelasi yang cukup kuat sedangkan jika di bawah 0,5 maka menunjukkan korelasi yang lemah. Hasil analisa lebih lanjut akan dibahas pada poin-poin dibawah ini.

a. Sisi Cenderung Timur (Orientasi 1, 2, dan 3)

Analisa SPSS pada Orientasi Cenderung Timur dilakukan dengan pendataan pada tabel seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.16 dibawah ini. Data diatur sedemikian rupa didalam tabel dan dikelompokkan sesuai variabelnya. Angka – angka yang ditampilkan dalam tabel pada kolom variable Orientasi menunjukkan besaran sudut *azimuth* nya. Pada orientasi 1, yang besar sudut orientasinya sebesar  $55^{\circ}$  dari arah utara memiliki suhu termal pada pagi hari sebesar  $31,8^{\circ}\text{C}$ , lalu meningkat pada siang hari menjadi sebesar  $34^{\circ}\text{C}$ , dan menurun kembali pada sore hari menjadi  $30,8^{\circ}\text{C}$ . Kemudian diikuti oleh orientasi selanjutnya yaitu orientasi 2 dan 3 yang memiliki sudut orientasi sebesar  $75^{\circ}$  dan  $95^{\circ}$  dengan besaran suhu termal masing-masingnya yang sebaris pada tabel.

|    | Orientasi | SuhuTermalPagi | SuhuTermalSiang | SuhuTermalSore | var | v |
|----|-----------|----------------|-----------------|----------------|-----|---|
| 1  | 55.00     | 31.80          | 34.00           | 30.80          |     |   |
| 2  | 75.00     | 32.40          | 34.80           | 32.50          |     |   |
| 3  | 95.00     | 34.50          | 35.20           | 32.80          |     |   |
| 4  |           |                |                 |                |     |   |
| 5  |           |                |                 |                |     |   |
| 6  |           |                |                 |                |     |   |
| 7  |           |                |                 |                |     |   |
| 8  |           |                |                 |                |     |   |
| 9  |           |                |                 |                |     |   |
| 10 |           |                |                 |                |     |   |
| 11 |           |                |                 |                |     |   |
| 12 |           |                |                 |                |     |   |

Gambar 4.17 Tampilan Tabel Data Suhu Termal (Sisi Cenderung Timur)

Dari data diatas yang telah diatur ke dalam tabel didalam aplikasi SPSS, maka selanjutnya data diproses menggunakan analisa *pearson correlation*. Seluruh variable dimasukkan ke dalam analisa untuk diketahui korelasinya. Setelah dilakukannya proses analisa, maka hasil yang didapat dari proses analisa pada aplikasi tersebut muncul seperti pada gambar 4.17 dibawah ini.

|                 |                     | Orientasi | SuhuTermalSiang | SuhuTermalPagi | SuhuTermalSore |
|-----------------|---------------------|-----------|-----------------|----------------|----------------|
| Orientasi       | Pearson Correlation | 1         | .982            | .952           | .927           |
|                 | Sig. (2-tailed)     |           | .121            | .198           | .245           |
|                 | N                   | 3         | 3               | 3              | 3              |
| SuhuTermalSiang | Pearson Correlation | .982      | 1               | .877           | .981           |
|                 | Sig. (2-tailed)     | .121      |                 | .319           | .123           |
|                 | N                   | 3         | 3               | 3              | 3              |
| SuhuTermalPagi  | Pearson Correlation | .952      | .877            | 1              | .768           |
|                 | Sig. (2-tailed)     | .198      | .319            |                | .442           |
|                 | N                   | 3         | 3               | 3              | 3              |
| SuhuTermalSore  | Pearson Correlation | .927      | .981            | .768           | 1              |
|                 | Sig. (2-tailed)     | .245      | .123            | .442           |                |
|                 | N                   | 3         | 3               | 3              | 3              |

Gambar 4.18 Hasil Analisa Korelasi Orientasi Cenderung Timur terhadap Suhu Termal menggunakan SPSS

Setelah didapatkan hasil analisa korelasi pada aplikasi SPSS untuk kelompok orientasi cenderung timur seperti yang terdapat pada gambar 4.17, maka yang akan menjadi sorotan adalah nilai *pearson correlation* dan *sig (2-tailed)* nya. Nilai *pearson correlation* antara orientasi dengan Suhu Termal Siang, Suhu Termal Pagi, dan Suhu Termal Sore menunjukkan angka yang berada diatas 0.9 secara keseluruhan. Nilai *pearson correlation* antara orientasi dengan suhu termal pagi didapatkan nilai sebesar 0.982, lalu dengan suhu termal siang sebesar 0.952 dan pada suhu termal sore sebesar 0.927.

Dari angka *pearson correlation* yang dihasilkan antara orientasi dengan ketiga variable suhu termal tersebut, dapat disimpulkan bahwa antara orientasi dengan suhu termal baik pada pagi, siang, maupun sore terdapat korelasi yang sangat kuat. Nilai korelasi antara orientasi dengan suhu termal pada ketiga interval waktu, menunjukkan angka 0,9 yang hampir mendekati 1, dimana hampir mendekati korelasi yang sangat sempurna, dan berada diatas 0,5 yang berarti korelasi antar variabelnya kuat.

Pada nilai signifikansinya, jika nilai signifikansi  $< 0,05$  maka dapat dikatakan bahwa pada korelasi antar variabelnya, terdapat pengaruh perbedaan yang signifikan. Namun pada kelompok Orientasi Cenderung Timur ini didapatkan nilai signifikansi nya tidak lebih kecil dari 0,05, dimana nilainya rata – rata berada di angka 0,1 – 0,2. Sehingga pada bangunan – bangunan dengan orientasi cenderung timur ini, dapat disimpulkan bahwa kemiringan orientasinya memiliki pengaruh yang kuat terhadap suhu termalnya, namun tidak terjadi perbedaan suhu termal yang signifikan antar orientasi satu dengan yang lainnya.

b. Sisi Cenderung Barat (Orientasi 4, 5, dan 6)

Analisa SPSS pada Orientasi Cenderung Barat juga dilakukan serupa dengan langkah-langkah pada analisa di Orientasi Cenderung Timur. Dimulai dengan pendataan pada tabel seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.18 dibawah ini. Data diatur sedemikian rupa didalam tabel dan dikelompokkan sesuai variabelnya. Angka – angka yang ditampilkan dalam tabel pada kolom variable Orientasi menunjukkan besaran sudut *azimuth* nya. Namun, terdapat perbedaan dalam penulisan besaran sudut orientasi yang dikarenakan pada Orientasi Cenderung Barat ini, nilai sudut diukur berlawanan arah jarum jam dari utara. Penulisan sudut

pada variable orientasi ditampilkan dalam angka negative untuk menunjukkan arahnya yang berlawanan arah tidak seperti pada orientasi cenderung timur. Pada orientasi 4, yang besar sudut orientasinya sebesar  $-85^{\circ}$ . Kemudian diikuti oleh orientasi selanjutnya yaitu orientasi 5 dan 6 yang memiliki sudut orientasi sebesar  $-105^{\circ}$  dan  $-125^{\circ}$  dengan besaran suhu termal masing-masingnya yang sebaris pada tabel.

|    | Orientasi | SuhuTermalPagi | SuhuTermalSiang | SuhuTermalSore | var | var |
|----|-----------|----------------|-----------------|----------------|-----|-----|
| 1  | -85.00    | 30.80          | 34.10           | 32.70          |     |     |
| 2  | -105.00   | 31.50          | 35.30           | 33.30          |     |     |
| 3  | -125.00   | 32.40          | 36.70           | 33.50          |     |     |
| 4  |           |                |                 |                |     |     |
| 5  |           |                |                 |                |     |     |
| 6  |           |                |                 |                |     |     |
| 7  |           |                |                 |                |     |     |
| 8  |           |                |                 |                |     |     |
| 9  |           |                |                 |                |     |     |
| 10 |           |                |                 |                |     |     |
| 11 |           |                |                 |                |     |     |
| 12 |           |                |                 |                |     |     |

Gambar 4.19 Tampilan Tabel Data Suhu Termal (Sisi Cenderung Barat)

Dari data diatas yang telah diatur ke dalam tabel didalam aplikasi SPSS, maka selanjutnya data diproses menggunakan analisa *pearson correlation*, sama dengan langkah-langkah pada analisa Orientasi Cenderung Timur.. Seluruh variable dimasukkan ke dalam analisa untuk diketahui korelasinya. Setelah dilakukannya proses analisa, maka hasil yang didapat dari proses analisa pada aplikasi tersebut muncul seperti pada gambar 4.19 dibawah ini.

**Correlations**

|                 |                     | Orientasi | SuhuTermalPagi | SuhuTermalSiang | SuhuTermalSore |
|-----------------|---------------------|-----------|----------------|-----------------|----------------|
| Orientasi       | Pearson Correlation | 1         | -.997*         | -.999*          | -.961          |
|                 | Sig. (2-tailed)     |           | .046           | .028            | .179           |
|                 | N                   | 3         | 3              | 3               | 3              |
| SuhuTermalPagi  | Pearson Correlation | -.997*    | 1              | 1.000*          | .938           |
|                 | Sig. (2-tailed)     | .046      |                | .018            | .225           |
|                 | N                   | 3         | 3              | 3               | 3              |
| SuhuTermalSiang | Pearson Correlation | -.999*    | 1.000*         | 1               | .948           |
|                 | Sig. (2-tailed)     | .028      | .018           |                 | .207           |
|                 | N                   | 3         | 3              | 3               | 3              |
| SuhuTermalSore  | Pearson Correlation | -.961     | .938           | .948            | 1              |
|                 | Sig. (2-tailed)     | .179      | .225           | .207            |                |
|                 | N                   | 3         | 3              | 3               | 3              |

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Gambar 4.20 Hasil Analisa Korelasi Orientasi Cenderung Barat terhadap Suhu Termal menggunakan SPSS

Pada gambar 4.19 di atas telah tersajikan hasil analisa korelasi menggunakan SPSS pada kelompok bangunan Orientasi Cenderung Barat. Dari hasil analisa diperoleh nilai pearson correlation yang nyaris sempurna, terutama pada suhu termal siang hari. Pada pagi hari nilai pearson correlation menunjukkan angka -0.997\* yang berarti sangat mendekati -0,1 dan adanya tanda bintang pada nilai tersebut mengartikan bahwa pada korelasinya yang sangat kuat tersebut terdapat nilai signifikansi. Pada siang hari nilai pearson correlation dapat dikatakan hampir sempurna karena nilainya -0.999\* yang sangat mendekati -0.1 dan adanya tanda bintang pula menunjukkan bahwa pada korelasinya yang kuat terdapat signifikansi. Sedangkan pada sore hari, tidak terdapatnya tanda bintang yang menunjukkan bahwa pada sore hari, tidak adanya perbedaan nilai suhu termal yang signifikan antar tiap orientasi. Meskipun demikian, tetapi nilai pearson correlation nya tetap berada diatas -0.9, tepatnya berada pada angka -0.961 yang menunjukkan antara orientasi dengan suhu termal terdapat korelasi yang sangat kuat.

**4.3.6 Analisa Evaluatif Suhu Termal**

**a. Suhu Termal Pagi**

Analisa evaluative suhu termal pagi pada tiap orientasi telah disajikan pada tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.9 Evaluasi Suhu Termal Pagi Hari

| Jam/Orientasi  | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|----------------|-------------|------|------|------|------|------|
| 09.00 – 10.00  | 31,8        | 32,4 | 34,5 | 30,8 | 31,5 | 32,4 |
| SNI Suhu       | 20,8 - 27,1 |      |      |      |      |      |
| Memenuhi/Tidak | x           | x    | x    | x    | x    | x    |

Dari hasil analisa secara evaluative, yang mana suhu pada masing-masing orientasi disandingkan dengan standart suhu dari SNI-T-14-1993-03 didapatkan bahwa pada pagi hari tidak ada orientasi yang memenuhi standart. Namun, dari segi angka, suhu paling rendah yang hampir mendekati standart adalah suhu termal dari orientasi 4 pada pagi hari dan terendah kedua ada pada orientasi 1.

b. Suhu Termal Siang

Tabel 4.10 dan 4.11 dibawah ini menunjukkan analisa evaluative dari suhu termal pada siang hari di masing – masing orientasi pada kedua hari pengukuran.

Tabel 4 10 Evaluasi Suhu Termal Siang Hari (20/01/2020)

20/01/2020

| Jam/Orientasi  | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|----------------|-------------|------|------|------|------|------|
| 12.00 – 13.00  | 34          | 34,2 | 34,5 | 33,7 | 34,5 | 34,8 |
| SNI Suhu       | 20,8 - 27,1 |      |      |      |      |      |
| Memenuhi/Tidak | x           | x    | x    | x    | x    | x    |

Tabel 4 11 Evaluasi Suhu Termal Siang Hari (21/01/2020)

21/01/2020

| Jam/Orientasi  | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|----------------|-------------|------|------|------|------|------|
| 12.00 – 13.00  | 34          | 34,8 | 35,2 | 34,1 | 35,3 | 36,7 |
| SNI Suhu       | 20,8 - 27,1 |      |      |      |      |      |
| Memenuhi/Tidak | x           | x    | x    | x    | x    | x    |

Dari hasil analisa evaluative suhu termal pada siang hari di kedua hari pengukuran, keduanya tidak memunculkan osuhu termal yang memenuhi standart.

Seluruh suhu termal yang tercatat memiliki angka yang melebihi standart dari SNI-T-14-1993-03. Namun pada siang hari ini, yang dapat dilihat paling mendekati standart adalah suhu termal dari orientasi 4 pada hari pertama pengukuran dan orientasi 1 pada pengukuran hari kedua. Hal ini serupa dengan pengukuran pada pagi hari dimana suhu paling mendekati standar pada kelompok Orientasi



Cenderung Timur ada pada Orientasi 1 dan pada kelompok Orientasi Cenderung barat ada pada Orientasi 4.

c. Suhu Termal Sore

Analisa evaluative suhu termal pagi pada tiap orientasi telah disajikan pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4-12 Evaluasi Suhu Termal Sore Hari

| 21/01/2020     |             |      |      |      |      |      |
|----------------|-------------|------|------|------|------|------|
| Jam/Orientasi  | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| 15.00 – 16.00  | 30,8        | 32,5 | 32,8 | 32,7 | 33,3 | 33,5 |
| SNI Suhu       | 20,8 - 27,1 |      |      |      |      |      |
| Memenuhi/Tidak | x           | x    | x    | x    | x    | x    |

Dari hasil analisa yang telah dilakukan dan tertera pada tabel 4.12 di atas, maka didapatkan pula kesimpulan bahwa tidak ada suhu termal dari orientasi manapun pada sore hari yang memenuhi standar dari SNI-T-14-1993-03. Dari seluruh nilai suhu termal yang ada, pada pengukuran sore hari ini kembali dimiliki oleh orientasi 1 yang memiliki suhu termal terendah dan mendekati standar.

4.4 Analisa Sun Shading

4.4.1 Eksisting Sisi Timur (Orientasi 1-3)

Pada bangunan-bangunan yang berada di kelompok Orientasi Cenderung Timur, kondisi eksisting bentuk bangunan yang telah digambarkan melalui aplikasi *SketchUp* dapat dilihat pada Gambar 4.20 dibawah ini.





Gambar 4.21 Eksisting Bangunan Orientasi Cenderung Timur (1, 2, dan 3)

Bangunan merupakan rumah tinggal yang terdiri dari 2 lantai. Namun untuk penelitian ini, bagian yang diambil/diteliti hanya pada lantai 1. Pada lantai 1, *sun shading* yang akan di analisa seperti yang sudah ditentukan sebelumnya pada analisa suhu termal yakni dilakukan pada ruang tidur. Pemilihan ruang tidur sebagai acuan untuk analisa *sun shading* ini dikarenakan ruang tidur inilah yang memiliki bukaan berupa jendela dan langsung berbatasan dengan taman luar rumah dengan desain ruangan yang tidak dibuat menjorok kedalam sebagaimana pada ruang tamu.

Detail *sun shading* dan bukaan pada ruang tidur terdapat pada Gambar 4.21 dibawah ini. Pada bukaan terdapat *sun shading* sepanjang 60cm dan sirip vertical selebar 1 m. Bukaan pada ruang tidur berupa jendela yang merupakan jendela dengan jenis jendela mati tergabung dengan jendela hidup (dapat dibuka-tutup). Tinggi keseluruhan jendela yaitu 220cm. Serta lebar keseluruhan jendela yaitu 150cm termasuk dengan kusen-kusennya yang memiliki lebar 5cm.



Gambar 4.22 Detail Eksisting Shading Bangunan Orientasi Cenderung Timur (1,2 dan 3)

#### 4.4.2 Eksisting Sisi Barat (Orientasi 4-6)

Bangunan – bangunan pada kelompok sisi Orientasi Cenderung Barat yang telah dimodelkan pada aplikasi *Sketchup* dapat dilihat pada Gambar 4.22 dibawah ini. Kondisi eksisting bangunan berupa rumah 1 lantai, dan menggunakan ruang tidur sebagai ruang yang akan dianalisa terkait keberadaan *sun shading* nya, yang mana pemilihan ruangnya disamakan dengan kelompok orientasi cenderung timur. Alasan pemilihan ruang tidur juga serupa dengan kelompok orientasi cenderung timur, dimana pada ruang tidur terdapat bukaan berupa jendela yang langsung berbatasan dengan taman di ruang luar dan tidak menjorok ke dalam.

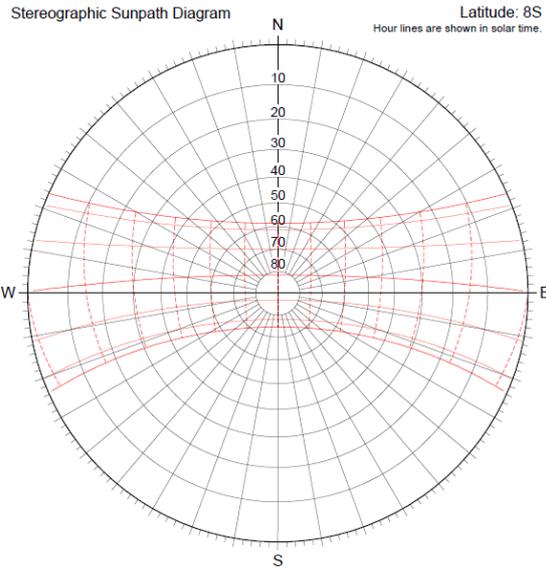
Terdapat sedikit perbedaan pada kondisi eksisting *sun shading* beserta bukaan pada kelompok bangunan dengan orientasi cenderung barat ini dibandingkan dengan kelompok orientasi cenderung timur. Pada kelompok orientasi cenderung barat ini, kondisi jendela lebih ramping yakni dengan lebar keseluruhan selebar 130cm, namun memiliki tinggi yang sama dengan jendela pada orientasi cenderung timur yaitu setinggi 220cm. Selain itu, kondisi eksisting pada bangunan dengan orientasi cenderung barat ini jendelanya tidak memiliki *shading*, baik sirip vertical maupun *shading device* horizontal.



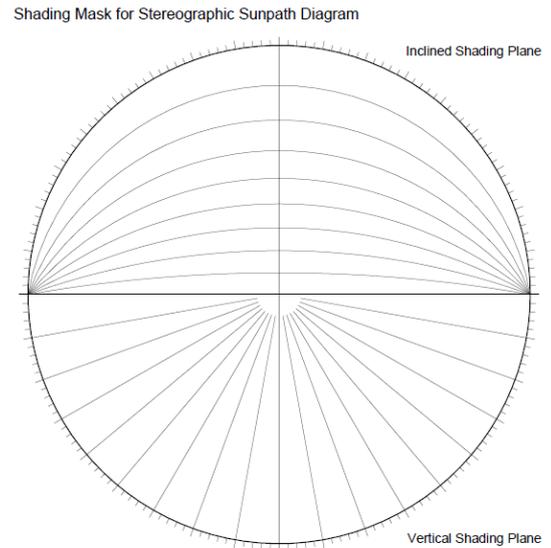
Gambar 4.23 Eksisting Bangunan Orientasi Cenderung Barat (4, 5, dan 6)

#### 4.4.3 Perhitungan VSA (SBV) & HSA (SBH)

Dalam memperhitungkan VSA (*Vertical Shadow Angle*) / SBV (Sudut Bayangan Vertikal) dan HSA (*Horizontal Shadow Angle*) / SBH (Sudut Bayangan Horizontal), salah satu cara yang dapat dilakukan dan diterapkan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan *sunpath diagram* yang kemudian ditumpuk dengan *shading mask*. Dalam pencarian SBV dan SBH, suatu lokasi dapat berbeda antara satu dengan yang lainnya. Bahkan dalam satu lokasi yang sama pun diperlukan perhitungan dan pencarian sudut yang berbeda pula jika orientasinya berbeda. Jika orientasi suatu dinding/bangunan meskipun berada didalam lokasi yang sama, akan menghasilkan besaran SBV dan SBH yang berbeda. Perbedaan besaran SBV dan SBH pada tiap lokasi ini dikarenakan sudut *azimuth* yang berbeda pada tiap bangunan dengan orientasi yang berbeda karena besaran sudutnya otomatis akan menghasilkan sudut *azimuth* yang berbeda jika dihitung dari patokan utama (arah utara).



Gambar 4.25 Stereographic Sunpath Diagram (Latitude: 8S)



Gambar 4.24 Shading Mask for Stereographic Sunpath Diagram

Dalam pencarian perhitungan SBV dan SBH pada penelitian ini, menggunakan *Stereographic Sunpath Diagram* sekaligus *Shading Mask* dari sumber yang sama yaitu dari [www.jaloxa.eu](http://www.jaloxa.eu) yang merupakan web penelitian yang menyediakan sunpath diagram dari berbagai lokasi tiap-tiap 1° LS bumi. Untuk penelitian ini, menggunakan *sunpath diagram* dengan *latitude* sebesar 8°S (Gambar 4.24) sesuai lokasi koordinat objek penelitian (Citra Garden City Malang, Cluster Green Hill) yang berada di 8°LS bumi.

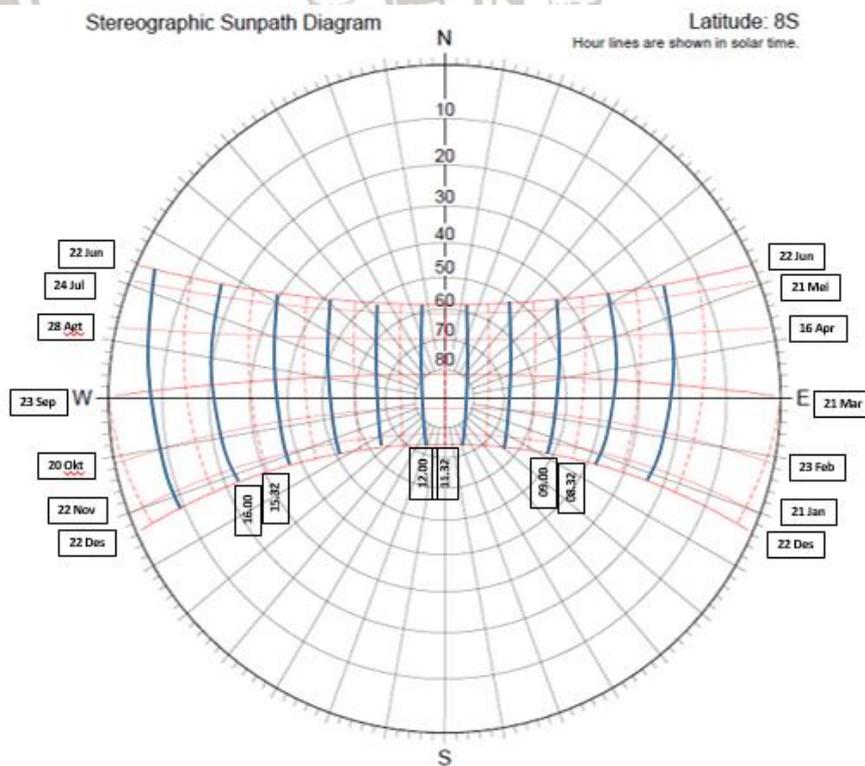
Pada *stereographic sunpath* (Gambar 4.24) dapat dilihat terdapat garis-garis merah. Garis-garis merah tersebut merupakan patokan jalur bergerak matahari selama satu tahun pada lokasi bagian 8°LS bumi. Garis merah horizontal menunjukkan pergerakan matahari tiap bulan, dan garis merah yang secara vertical menunjukkan pergerakan matahari tiap jam nya. Latifah(2015) didalam bukunya yang berjudul Fisika Bangunan I, menjelaskan bahwa sebelum menentukan sudut jatuh bayangan matahari, maka terlebih dahulu harus dicari waktu tengah hari sebenarnya pada lokasi. Dalam kasus penelitian ini, berdasarkan data factual yang ada, lokasi perumahan Citra Garden City Malang ini berada pada titik koordinal 6°LS dan 112°BT.

Untuk menentukan waktu tengah hari sebenarnya, perlu dicari perbedaan derajat bujur pada lokasi dengan patokan jam nya. Dalam kasus ini, perumahan Citra Garden City Malang yang berada pada 112°BT termasuk kedalam zona Waktu Bagian Indonesia Barat yang berada di posisi meridian 105°BT. Hal ini mengakibatkan waktu tengah hari sebenarnya pada lokasi penelitian (Citra Garden City Malang) akan terjadi sebelum pukul 12.00 karena berada pada posisi yang lebih timur dibandingkan dengan posisi standar meridian waktu yang ada, sehingga

matahari akan terlebih dahulu melintas pada lokasi penelitian dibandingkan pada lokasi meridian waktu setempat. Dan dalam setiap perbedaan 1° Bujur Lintang yang sama, akan memiliki perbedaan waktu selama 4 menit. Perhitungan waktu tengah hari sebenarnya pada lokasi penelitian akan dijabarkan dibawah ini

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Tengah Hari Sebenarnya} &= 12.00 - (\Delta^\circ \times 4 \text{ Menit}) \\
 &= 12.00 - ((112^\circ - 105^\circ \text{ BT}) \times 4 \text{ menit}) \\
 &= 12.00 - (7 \times 4 \text{ menit}) \\
 &= 12.00 - 28 \text{ menit} \\
 &= 11.32 \text{ WIB.}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan waktu tengah hari sebenarnya, maka didapatkan bahwa pada lokasi penelitian (Citra Garden City Malang) waktu tengah hari sebenarnya jatuh pada pukul 11.32 WIB. Pergeseran waktu yang ada dari standar meridian waktu setempat jika dibulatkan maka dapat terhitung 30 menit atau setengah jam, sehingga pada garis peredaran matahari yang menjadi patokan jam (Garis-garis merah vertical) perlu digeser hingga setengah dari jarak masing-masing garis. Pergeseran garis peredaran matahari per jam pada lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 4.25 dibawah ini. Garis vertical berwarna biru menunjukkan jam standar meridian waktu yang telah bergeser. Sehingga pada posisi tepat ditengah – tengah diagram yang menempati adalah garis dari pukul 11.32 dimana pada lokasi penelitian merupakan waktu tengah hari sebenarnya.



Gambar 4.26 Stereographic Sunpath Diagram (Citra Garden City Malang)

Setelah didapatkannya sunpath diagram yang sesuai dengan posisi lokasi penelitian, maka selanjutnya dapat dilakukan analisa melalui gambar untuk menentukan besaran sudut jatuhnya bayangan matahari vertical maupun horizontal. Gambar diagram sunpath masing-masing orientasi yang digunakan untuk menganalisa besaran SBV dan SBH nya terlampir pada lampiran.

Pada nilai SBV apabila menunjukkan angka *minus*, berarti area tersebut tidak terbayangi matahari / posisi matahari sudah membelakangi objek. Sedangkan pada nilai SBH apabila minus, berarti sudut tersebut terhitung dari orientasi yang dimaksud namun bergerak melawan arah jarum jam (Jika kondisi SBH yang bertanda *minus*, maka berarti sinar datang datang dari sisi kanan jendela. Jika kondisi SBH positif maka sinar datang dari arah kiri jendela) Analisa perhitungan SBV dan SBH pada masing-masing orientasi terdapat pada poin – poin dibawah ini.

a. Orientasi 1

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan SBV & SBH Orientasi 1

**SBV (Orientasi 1)**

|        | 09.00 | 10.00 | 11.00 |
|--------|-------|-------|-------|
| 22-Dec | 70    | 82    | (-)   |
| 21-Jan | 68    | 80    | 90    |
| 23-Feb | 60    | 74    | 85    |
| 21-Mar | 54    | 66    | 79    |
| 16-Apr | 48    | 60    | 70    |
| 21-May | 44    | 54    | 66    |
| 22-Jun | 42    | 52    | 64    |

**SBH (Orientasi 1)**

|        | 09.00 | 10.00 | 11.00 |
|--------|-------|-------|-------|
| 22-Dec | 64    | 75    | 100   |
| 21-Jan | 57    | 65    | 90    |
| 23-Feb | 44    | 45    | 60    |
| 21-Mar | 25    | 15    | -10   |
| 16-Apr | -7    | -5    | -30   |
| 21-May | -3    | -15   | -38   |
| 22-Jun | -7    | -20   | -40   |

b. Orientasi 2



Tabel 4 14 Hasil Perhitungan SBV & SBH Orientasi 2

**SBV (Orientasi 2)**

|        | 09.00 | 10.00 | 11.00 |
|--------|-------|-------|-------|
| 22-Dec | 60    | 74    | 88    |
| 21-Jan | 58    | 72    | 86    |
| 23-Feb | 55    | 70    | 83    |
| 21-Mar | 50    | 66    | 80    |
| 16-Apr | 48    | 62    | 76    |
| 21-May | 46    | 60    | 74    |
| 22-Jun | 45    | 58    | 72    |

**SBH (Orientasi 2)**

|        | 09.00 | 10.00 | 11.00 |
|--------|-------|-------|-------|
| 22-Dec | 43    | 55    | 80    |
| 21-Jan | 38    | 45    | 70    |
| 23-Feb | 23    | 25    | 35    |
| 21-Mar | 5     | -5    | -30   |
| 16-Apr | -12   | -25   | -50   |
| 21-May | -23   | -35   | -58   |
| 22-Jun | -27   | -40   | -60   |

c. Orientasi 3

Tabel 4 15 Hasil Perhitungan SBV & SBH Orientasi 3

**SBV (Orientasi 3)**

|        | 09.00 | 10.00 | 11.00 |
|--------|-------|-------|-------|
| 22-Dec | 54    | 67    | 81    |
| 21-Jan | 53    | 67    | 81    |
| 23-Feb | 52    | 67    | 81    |
| 21-Mar | 52    | 68    | 82    |
| 16-Apr | 51    | 68    | 83    |
| 21-May | 51    | 69    | 84    |
| 22-Jun | 51    | 69    | 85    |

**SBH (Orientasi 3)**

|        | 09.00 | 10.00 | 11.00 |
|--------|-------|-------|-------|
| 22-Dec | 23    | 35    | 63    |
| 21-Jan | 17    | 25    | 50    |
| 23-Feb | 3     | 5     | 15    |
| 21-Mar | -15   | -25   | -50   |

|        |     |     |     |
|--------|-----|-----|-----|
| 16-Apr | -33 | -45 | -70 |
| 21-May | -42 | -57 | -77 |
| 22-Jun | -46 | -60 | -80 |

d. Orientasi 4

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan SBV & SBH Orientasi 4

**SBV (Orientasi 4)**

|        | 12.00 | 13.00 | 15.00 | 16.00 |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 22-Dec | 86    | 71    | 41    | 26    |
| 21-Jan | 85    | 70    | 40    | 25    |
| 23-Feb | 84    | 69    | 38    | 22    |
| 21-Mar | 82    | 68    | 37    | 21    |
| 16-Apr | 81    | 65    | 35    | 19    |
| 21-May | 80    | 64    | 33    | 18    |
| 22-Jun | 80    | 63    | 32    | 18    |

**SBH (Orientasi 4)**

|        | 12.00 | 13.00 | 15.00 | 16.00 |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 22-Dec | -75   | -45   | -30   | -27   |
| 21-Jan | -70   | -35   | -25   | -23   |
| 23-Feb | -35   | -15   | -7    | -13   |
| 21-Mar | 45    | 15    | 2     | -1    |
| 16-Apr | 65    | 37    | 15    | 11    |
| 21-May | 73    | 47    | 25    | 20    |
| 22-Jun | 74    | 52    | 28    | 23    |

e. Orientasi 5

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan SBV & SBH Orientasi 5

**SBV (Orientasi 5)**

|        | 12.00 | 13.00 | 15.00 | 16.00 |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 22-Dec | 80    | 65    | 38    | 24    |
| 21-Jan | 81    | 66    | 38    | 23    |
| 23-Feb | 83    | 68    | 38    | 22    |
| 21-Mar | 85    | 70    | 39    | 21    |
| 16-Apr | 90    | 72    | 39    | 21    |
| 21-May | (-)   | 74    | 40    | 21    |
| 22-Jun | (-)   | 75    | 40    | 21    |

**SBH (Orientasi 5)**



|        | 12.00 | 13.00 | 15.00 | 16.00 |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 22-Dec | -55   | -25   | -10   | -7    |
| 21-Jan | -50   | -15   | -5    | -3    |
| 23-Feb | -15   | 5     | 7     | 6     |
| 21-Mar | 65    | 35    | 22    | 18    |
| 16-Apr | 85    | 57    | 35    | 31    |
| 21-May | 93    | 67    | 45    | 40    |
| 22-Jun | 94    | 72    | 48    | 43    |

f. Orientasi 6

Tabel 4 18 Hasil Perhitungan SBV & SBH Orientasi 6

**SBV (Orientasi 6)**

|        | 12.00 | 13.00 | 15.00 | 16.00 |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 22-Dec | 76    | 63    | 37    | 24    |
| 21-Jan | 78    | 65    | 38    | 23    |
| 23-Feb | 82    | 70    | 40    | 22    |
| 21-Mar | 90    | 75    | 45    | 21    |
| 16-Apr | (-)   | 82    | 50    | 21    |
| 21-May | (-)   | 89    | 54    | 21    |
| 22-Jun | (-)   | 90    | 56    | 21    |

**SBH (Orientasi 6)**

|        | 12.00 | 13.00 | 15.00 | 16.00 |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 22-Dec | -35   | -5    | 10    | 13    |
| 21-Jan | -30   | 5     | 15    | 17    |
| 23-Feb | 5     | 25    | 27    | 27    |
| 21-Mar | 85    | 55    | 42    | 39    |
| 16-Apr | 105   | 77    | 55    | 52    |
| 21-May | 113   | 87    | 65    | 60    |
| 22-Jun | 114   | 90    | 68    | 64    |

**4.4.4 Perhitungan Panjang Shading Device**

Pada sub-bab sebelumnya telah didapatkan besaran SBV dan SBH pada masing – masing orientasi yang telah disesuaikan dengan posisi geografis dan perhitungan pergeseran waktu yang sesuai lokasi. Untuk menentukan besaran SBV maupun SBH yang akan dijadikan acuan dalam perhitungan *shading device*, akan disesuaikan antara kondisi eksisting lingkungan (suhu terpanas di Kota Malang) dengan besaran SBV dan SBH terkecil (yang membutuhkan



shading device lebih panjang). Sehingga nantinya akan menghasilkan kebutuhan panjang shading device yang memadai dan sesuai kebutuhan.

Menurut hikersbay.com suhu terpanas di Kota Malang terjadi pada Bulan Oktober, November, dan Januari. Maka dari itu untuk perhitungan panjang shading device ini dipilih pada bulan yang dominan yaitu November dan Januari dimana posisi garis edar matahari pada kedua bulan tersebut berada pada garis yang sama.

Untuk orientasi cenderung timur (1,2, dan 3) jam yang digunakan menurut data suhu terpanas yaitu terjadi pada pukul 10.00-13.00 adalah pada pukul 10.00 dan 11.00 dimana matahari belum mulai tergelincir ke arah barat. Sedangkan untuk Orientasi Cenderung Barat (Orientasi 4, 5, dan 6) patokan waktu yang digunakan dalam penentuan SBV dan SBH nya adalah pada pukul 12.00 dan 13.00 dimana posisi matahari sudah melewati titik balik dari arah timur menuju barat.

Berdasarkan patokan waktu yang digunakan, maka SBV dan SBH yang akan menjadi patokan dalam perhitungan kebutuhan panjang shading device nya ada sebanyak 4 dalam tiap orientasi. Kebutuhan panjang shading device yang akan diperhitungkan pada bangunan-bangunan orientasi cenderung timur meliputi SBV di bulan januari pukul 10.00 & 11.00, serta SBH di bulan yang sama dan jam yang sama pula. Diikuti dengan perhitungan kebutuhan shading device pada bangunan – bangunan kelompok Orientasi Cenderung Barat, yang mana perhitungannya didasarkan dari SBV pada bulan Januari pada pukul 12.00 & 13.00 serta SBH nya didasarkan pada waktu yang sama pula.

Dari keempat hasil perhitungan kebutuhan panjang shading device pada masing-masing orientasi, nantinya akan digunakan/dipilih hanya satu perhitungan dari masing-masing patokan SBV dan SBH nya. Hal itu diputuskan setelah menemukan hasil perhitungan yang mana akan dilihat sesuai kebutuhan. Perhitungan lebih lanjut mengenai kebutuhan panjang shading device pada masing – masing orientasi terdapat pada poin – poin dibawah ini.

a. Orientasi 1

Tabel 4 19 SBV & SBH Orientasi 1 (Kondisi Terpanas)

**ORIENTASI 1**  
(Januari/November)

|     | 10.00 | 11.00 |
|-----|-------|-------|
| SBV | 80    | 90    |
| SBH | 65    | 90    |



- $$\begin{aligned} \bullet \text{ SBV (10.00)} &= \text{tinggi jendela} \times \frac{1}{\tan \alpha} \\ &= 220 \times \frac{1}{\tan 80} \\ &= \frac{220}{5,7} \\ &= 38,6 \text{ cm} \end{aligned}$$

- $$\begin{aligned} \bullet \text{ SBV (11.00)} &= \text{tinggi jendela} \times \frac{1}{\tan \alpha} \\ &= 220 \times \frac{1}{\tan 90} \\ &= \frac{220}{\sim} \\ &= 0 \text{ cm} \end{aligned}$$

- $$\begin{aligned} \bullet \text{ SBH (10.00)} &= \text{lebar jendela} \times \frac{1}{\tan \beta} \\ &= 150 \times \frac{1}{\tan 65} \\ &= \frac{150}{2,14} \\ &= 70 \text{ cm} \end{aligned}$$

- $$\begin{aligned} \bullet \text{ SBH (11.00)} &= \text{lebar jendela} \times \frac{1}{\tan \beta} \\ &= 150 \times \frac{1}{\tan 90} \\ &= \frac{150}{\sim} \\ &= 0 \text{ cm} \end{aligned}$$

b. Orientasi 2

Tabel 4.20 SBV & SBH Orientasi 2 (Kondisi Terpanas)

**ORIENTASI 2**

(Januari/November)

|     | 10.00 | 11.00 |
|-----|-------|-------|
| SBV | 72    | 86    |
| SBH | 45    | 70    |

- SBV (10.00) = tinggi jendela x  $\frac{1}{\tan \alpha}$   
 $= 220 \times \frac{1}{\tan 72}$   
 $= \frac{220}{3,07}$   
 $= 72 \text{ cm}$

- SBV (11.00) = tinggi jendela x  $\frac{1}{\tan \alpha}$   
 $= 220 \times \frac{1}{\tan 86}$   
 $= \frac{220}{14,3}$   
 $= 15,4 \text{ cm}$

- SBH (10.00) = lebar jendela x  $\frac{1}{\tan \beta}$   
 $= 150 \times \frac{1}{\tan 45}$   
 $= \frac{150}{1}$   
 $= 150 \text{ cm}$

- SBH (11.00) = lebar jendela x  $\frac{1}{\tan \beta}$   
 $= 150 \times \frac{1}{\tan 70}$   
 $= \frac{150}{2,74}$   
 $= 54,7 \text{ cm}$

c. Orientasi 3

Tabel 4.21 SBV & SBH Orientasi 3 (Kondisi Terpanas)

**ORIENTASI 3**

(Januari/November)

|     | 10.00 | 11.00 |
|-----|-------|-------|
| SBV | 67    | 81    |
| SBH | 25    | 50    |

- SBV (10.00) = tinggi jendela x  $\frac{1}{\tan \alpha}$   
 $= 220 \times \frac{1}{\tan 67}$



$$\begin{aligned}
 &= \frac{220}{2,35} \\
 &= \mathbf{93,6 \text{ cm}} \\
 \bullet \text{ SBV (11.00)} &= \text{tinggi jendela} \times \frac{1}{\tan \alpha} \\
 &= 220 \times \frac{1}{\tan 81} \\
 &= \frac{220}{6,31} \\
 &= \mathbf{34,9 \text{ cm}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ SBH (10.00)} &= \text{lebar jendela} \times \frac{1}{\tan \beta} \\
 &= 150 \times \frac{1}{\tan 25} \\
 &= \frac{150}{0,46} \\
 &= \mathbf{326 \text{ cm}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ SBH (11.00)} &= \text{lebar jendela} \times \frac{1}{\tan \beta} \\
 &= 150 \times \frac{1}{\tan 50} \\
 &= \frac{150}{1,2} \\
 &= \mathbf{125 \text{ cm}}
 \end{aligned}$$

d. Orientasi 4  
 Tabel 4 22 SBV & SBH Orientasi 4 (Kondisi Terpanas)

**ORIENTASI 4**  
 (Januari/November)

|     |       |       |
|-----|-------|-------|
|     | 12.00 | 13.00 |
| SBV | 85    | 70    |
| SBH | -70   | -35   |

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ SBV (12.00)} &= \text{tinggi jendela} \times \frac{1}{\tan \alpha} \\
 &= 220 \times \frac{1}{\tan 85} \\
 &= \frac{220}{11,4}
 \end{aligned}$$

$$= 19,3 \text{ cm}$$

- SBV (13.00) = tinggi jendela x  $\frac{1}{\tan \alpha}$   
 $= 220 \times \frac{1}{\tan 70}$   
 $= \frac{220}{2,7}$   
 $= 81,5 \text{ cm}$

- SBH (12.00) = lebar jendela x  $\frac{1}{\tan \beta}$   
 $= 130 \times \frac{1}{\tan 70}$   
 $= \frac{130}{2,75}$   
 $= 47,3 \text{ cm (-)}$

- SBH (13.00) = lebar jendela x  $\frac{1}{\tan \beta}$   
 $= 130 \times \frac{1}{\tan 35}$   
 $= \frac{130}{0,7}$   
 $= 185,7 \text{ cm (-)}$

e. Orientasi 5

Tabel 4 23 SBV & SBH Orientasi 5 (Kondisi Terpanas)

**ORIENTASI 5**  
(Januari/November)

|     | 12.00 | 13.00 |
|-----|-------|-------|
| SBV | 81    | 66    |
| SBH | -50   | -15   |

- SBV (12.00) = tinggi jendela x  $\frac{1}{\tan \alpha}$   
 $= 220 \times \frac{1}{\tan 81}$   
 $= \frac{220}{6,31}$   
 $= 35 \text{ cm}$



- SBV (13.00) = tinggi jendela  $\times \frac{1}{\tan \alpha}$   
 $= 220 \times \frac{1}{\tan 66}$   
 $= \frac{220}{2,25}$   
 $= \mathbf{100 \text{ cm}}$

- SBH (12.00) = lebar jendela  $\times \frac{1}{\tan \beta}$   
 $= 130 \times \frac{1}{\tan 50}$   
 $= \frac{130}{1,2}$   
 $= \mathbf{108,3 \text{ cm (-)}}$

- SBH (13.00) = lebar jendela  $\times \frac{1}{\tan \beta}$   
 $= 130 \times \frac{1}{\tan 15}$   
 $= \frac{130}{\tan 80}$   
 $= \mathbf{433,3 \text{ cm (-)}}$

f. Orientasi 6

Tabel 4 24 SBV & SBH Orientasi 6 (Kondisi Terpanas)

**ORIENTASI 6**

(Januari/November)

|     | 12.00 | 13.00 |
|-----|-------|-------|
| SBV | 78    | 65    |
| SBH | -30   | 5     |

- SBV (12.00) = tinggi jendela  $\times \frac{1}{\tan \alpha}$   
 $= 220 \times \frac{1}{\tan 78}$   
 $= \frac{220}{4,7}$   
 $= \mathbf{46,8 \text{ cm}}$

- SBV (13.00) = tinggi jendela  $\times \frac{1}{\tan \alpha}$



$$= 220 \times \frac{1}{\tan 65}$$

$$= \frac{220}{2,2}$$

$$= \mathbf{110 \text{ cm}}$$

- SBH (12.00) = lebar jendela  $\times \frac{1}{\tan \beta}$ 

$$= 130 \times \frac{1}{\tan 30}$$

$$= \frac{130}{0,6}$$

$$= \mathbf{216,7 \text{ cm (-)}}$$

- SBH (13.00) = lebar jendela  $\times \frac{1}{\tan \beta}$ 

$$= 130 \times \frac{1}{\tan 5}$$

$$= \frac{130}{0,09}$$

$$= \mathbf{1444,5 \text{ cm}}$$

g. Kesimpulan Perhitungan Panjang Shading & Lebar Sirip

Berdasarkan perhitungan sebelumnya mengenai panjang shading device yang diperlukan tiap – tiap orientasi, maka jika dijadikan satu dalam tabel, rekapitulasinya tertera seperti tabel 4.25 dan 4.26 dibawah ini. Angka yang diberi tanda *bold* merupakan panjang shading yang akan dijadikan acuan untuk mengevaluasi dari kondisi eksisting. Pemilihan panjang maupun lebar sirip yang ditentukan menjadi acuan untuk mengevaluasi didasarkan dari lama waktunya yang akan dinaungi dan panjang/lebar nya yang dapat di aplikasikan (tidak terlalu panjang, seperti contoh pada kebutuhan lebar sirip Orientasi 3 yang mencapai 3 meter).

Tabel 4.25 Rekapitulasi Panjang Shading & Lebar Sirip (Orientasi Cenderung Timur)

| Orientasi<br>(Sisi Timur) | Panjang Shading |         | Lebar Sirip  |                |
|---------------------------|-----------------|---------|--------------|----------------|
|                           | 10.00           | 11.00   | 10.00        | 11.00          |
| 1                         | <b>38,6 cm</b>  | 0 cm    | <b>70 cm</b> | 0 cm           |
| 2                         | <b>72 cm</b>    | 15,4 cm | 150 cm       | <b>54,7 cm</b> |
| 3                         | <b>93,6 cm</b>  | 34,9 cm | 326 cm       | <b>125 cm</b>  |

Tabel 4 26 Rekapitulasi Panjang Shading & Lebar Sirip (Orientasi Cenderung Barat)

| Orientasi<br>(Sisi Barat) | Panjang Shading |                | Lebar Sirip        |                    |
|---------------------------|-----------------|----------------|--------------------|--------------------|
|                           | 12.00           | 13.00          | 12.00              | 13.00              |
| 4                         | 19,3 cm         | <b>81,5 cm</b> | <b>(-)47,3 cm</b>  | <b>(-)185,7 cm</b> |
| 5                         | 35 cm           | <b>100 cm</b>  | <b>(-)108,3 cm</b> | <b>(-)433,3 cm</b> |
| 6                         | 46,8 cm         | <b>110cm</b>   | <b>(-)216,7 cm</b> | 1444,5 cm          |

#### 4.4.5 Analisa Evaluatif Shading Device

##### a. Orientasi Cenderung Timur

Tabel 4 27 Analisa Evaluatif Panjang Shading (Orientasi Cenderung Timur)

| Orientasi<br>(Sisi Timur) | Kebutuhan Shading | Eksisting | Memenuhi / Tidak |
|---------------------------|-------------------|-----------|------------------|
| 1                         | <b>38,6 cm</b>    | 60 cm     | v                |
| 2                         | <b>72 cm</b>      | 60 cm     | x                |
| 3                         | <b>93,6 cm</b>    | 60 cm     | x                |

Tabel 4 28 Analisa Evaluatif Lebar Sirip (Orientasi Cenderung Timur)

| Orientasi<br>(Sisi Timur) | Kebutuhan Sirip | Eksisting | Memenuhi / Tidak |
|---------------------------|-----------------|-----------|------------------|
| 1                         | <b>70 cm</b>    | 100 cm    | v                |
| 2                         | <b>54,7 cm</b>  | 100 cm    | v                |
| 3                         | <b>125 cm</b>   | 100 cm    | x                |

##### b. Orientasi Cenderung Barat

Tabel 4 29 Analisa Evaluatif Panjang Shading (Orientasi Cenderung Barat)

| Orientasi<br>(Sisi Barat) | Kebutuhan Shading | Eksisting | Memenuhi / Tidak |
|---------------------------|-------------------|-----------|------------------|
| 4                         | <b>81,5 cm</b>    | 0 cm      | x                |
| 5                         | <b>100 cm</b>     | 0 cm      | x                |
| 6                         | <b>110 cm</b>     | 0 cm      | x                |

Tabel 4 30 Analisa Evaluatif Lebar Sirip (Orientasi Cenderung Barat)

| Orientasi<br>(Sisi Barat) | Kebutuhan Sirip    | Eksisting | Memenuhi / Tidak |
|---------------------------|--------------------|-----------|------------------|
| 4                         | <b>(-)47,3 cm</b>  | 0 cm      | x                |
| 5                         | <b>(-)108,3 cm</b> | 0 cm      | x                |
| 6                         | <b>(-)216,3 cm</b> | 0 cm      | x                |

#### 4.5 Rekomendasi Desain

Setelah dilakukan analisa terkait suhu dan shading device pada masing – masing orientasinya, maka rekomendasi desain *shading device* yang sesuai menurut perhitungan pada analisa sebelumnya yang dapat diterapkan pada tiap-tiap bangunan akan dibahas lebih lanjut per-orientasinya dikarenakan kondisi tiap orientasi yang memiliki perbedaan kebutuhan serta perhitungannya. Bangunan – bangunan yang akan diberi rekomendasi antara lain orientasi 2 hingga 6, dikarenakan orientasi 1 menurut perhitungan kebutuhan shadingnya yang telah dievaluasi dengan keadaan eksisting sudah memenuhi. Pada tiap tiap rekomendasi, terdapat detail gambar dan uji coba pembayangannya yang telah diuji melalui aplikasi *SketchUp*.

Untuk teknik penerapan dan material yang digunakan pada tiap-tiap rekomendasi memiliki beberapa alternatif juga. Dari segi konstruksi, alternative paling mudah yang dapat diterapkan untuk rekomendasi shading dengan jenis *Vertical Fin* maupun *Horizontal Plane* ialah dengan menggunakan cor beton yang mana nanti dalam penerapannya terlebih dahulu harus dibor dan dilakukan pemasangan besi lalu ditekuk kedalam dinding. Alternatif tersebut dapat diterapkan pada bangunan-bangunan orientasi 4 hingga 6 yang mana pada kondisi eksistingnya hanya berupa dinding polos dan belum ada kanopi maupun *shading device* nya.

Sementara itu, untuk penerapan pada bangunan-bangunan dengan orientasi 2 hingga 3 yang pada kondisi eksistingnya sudah terdapat shading device dengan ukuran yang seragam, alternative yang dapat dilakukan diantaranya sama dengan sebelumnya yaitu dengan material cor beton namun diperlukan adanya pembongkaran *shading device* yang sudah ada sehingga membutuhkan waktu dan biaya lebih. Alternatif lain yang dapat diterapkan yakni dengan menambahkan shading dengan frame berbahan baja ringan atau dapat juga berbahan aluminium yang dipasang untuk menambah panjang shading yang sudah ada, seperti contoh pada beberapa gambar dibawah ini.



Gambar 4 27 Contoh Shading Tambahan

Sumber : [alunotec.en.made-in-china.com](http://alunotec.en.made-in-china.com)



Gambar 4 28 Contoh Shading Tambahan

Sumber : <https://mcityaluminum-com.sell.everychina.com/>

Untuk alternative kedua yang menggunakan shading tambahan berbahan aluminium ataupun baja ringan ini membutuhkan teknik finishing dengan memberikan warna yang senada dengan tembok atau warna yang ada pada beberapa bagian di fasad bangunan agar mencapai kesatuan desain. Berbeda dengan alternative pertama yang menggunakan cor beton dengan bentuk mminimalis yang sudah pasti memberikan tampilan yang memiliki kesatuan sebagaimana pada kondisi eksistingnya.

Jenis rekomendasi *shading device* lain yang berupa *overhang* maupun *vertical louvres* dapat menggunakan *Aluminium Aerofoil Sun Louver Sun Shade*. Sistem penerapannya mudah dan dapat dipesan secara *custom* pada bermacam-macam produsen manufaktur yang bergerak di jasa tersebut.

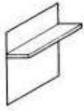
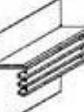
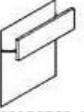
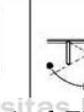
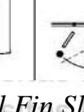


Gambar 4 29 Aluminium Aerofoin Sun Louvres

Sumber : [alunotec.en.made-in-china.com](http://alunotec.en.made-in-china.com)

Penentuan jenis *shading device* yang akan digunakan dalam rekomendasi-rekomendasi desain pada setiap orientasi didasarkan pada beberapa pertimbangan diantaranya; kesesuaian jenis *shading* dengan orientasinya, kesesuaian *shading device* dengan fasad eksisting, serta kemudahan dalam pengaplikasiannya di lapangan. Mengacu dari jenis-jenis *shading device* pada Tabel 2.1, dibawah ini disajikan tabel-tabel skoring dasar penentuan jenis *shading device* yang akan direkomendasikan bagi tiap-tiap orientasi.

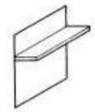
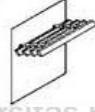
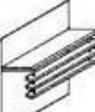
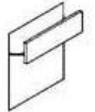
Tabel 4.31 Kriteria Shading Orientasi 2,4

| Jenis Shading   | Kesesuaian Orientasi | Kesesuaian Fasad | Kemudahan Pengaplikasian | TOTAL SKOR |
|---|----------------------|------------------|--------------------------|------------|
|  <p>1. <i>Overhang Horizontal Panel</i></p>                        | 2                    | 3                | 3                        | 8          |
|  <p>2. <i>Overhang Horizontal Louvers in Horizontal Plane</i></p> | 2                    | 1                | 3                        | 6          |
|  <p>3. <i>Overhang Horizontal Louvers in Vertical Plane</i></p>  | 2                    | 2                | 3                        | 7          |
|  <p>4. <i>Overhang Vertical Panel</i></p>                        | 2                    | 2                | 3                        | 7          |
|  <p>5. <i>Vertical Fin</i></p>                                   | 2                    | 3                | 3                        | 8          |
|  <p>6. <i>Vertical Fin Slanted</i></p>                           | 2                    | 1                | 1                        | 4          |
|  <p>7. <i>Eggcrate</i></p>                                       | 2                    | 1                | 1                        | 4          |



|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  <p>8.<br/>Eggcrate with Slanted Fins</p> | 2 | 1 | 1 | 4 |
|--|---|---|---|---|

Tabel diatas menunjukkan kriteria skoring penentuan penggunaan jenis *shading device* untuk orientasi 2 dan 4 yang menghadap timur/barat dan cenderung ke utara. Secara keseluruhan, jenis *shading device* terpilih yang memiliki 2 skor tertinggi (skor 8 dan 7) yaitu jenis shading nomor 1,3, 4, dan 5. Pada orientasi 2, jenis shading yang digunakan adalah nomor 1 dan 4, dikarenakan jenis shading nomor 5 (*vertical fin*) pada orientasi 2 ini lebarnya sudah memenuhi, dan untuk jenis shading nomor 3 tidak dipilih dikarenakan lebih efektif menggunakan nomor 4, karena panjang shading yang diperlukan hanya sedikit, sehingga tidak cocok menggunakan shading nomor 3. Untuk orientasi 4, jenis shading yang digunakan ialah kombinasi dari no. 1, 4, dan 5. Jenis shading nomor 3 pada orientasi 4 tidak digunakan dikarenakan akan menyebabkan penghalang visual yang terlalu mssif karena kebutuhan panjang shadingnya yang cukup panjang dibanding orientasi 2., sehingga jenis shading yang lebih dipilih adalah nomor 4

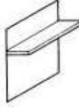
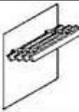
| Jenis Shading  | Kesesuaian Orientasi | Kesesuaian Fasad | Kemudahan Pengaplikasian | TOTAL SKOR |
|--|----------------------|------------------|--------------------------|------------|
|  <p>1.<br/>Overhang Horizontal Panel</p>                      | 2                    | 3                | 3                        | 8          |
|  <p>2.<br/>Ovehang Horizontal Louvers in Horizontal Plane</p> | 2                    | 1                | 3                        | 6          |
|  <p>3<br/>Overhang Horizontal Louvers in Vertical Plane</p>   | 2                    | 2                | 3                        | 7          |
|  <p>4<br/>Overhang Vertical Panel</p>                         | 2                    | 2                | 3                        | 7          |

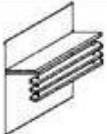
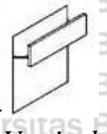
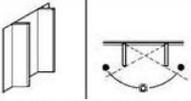
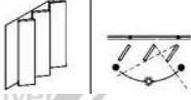


|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
| 5. <br>Vertical Fin               | 2 | 3 | 3 | 7 |
| 6. <br>Vertical Fin Slanted       | 2 | 1 | 1 | 4 |
| 7. <br>Eggcrate                   | 2 | 1 | 1 | 4 |
| 8. <br>Eggcrate with Slanted Fins | 2 | 1 | 1 | 4 |

Sedangkan pada table dibawah ini, merupakan skoring kriteria untuk bangunan-bangunan dengan orientasi 3, 5, dan 6. Ketiga orientasi ini memiliki kesamaan tipe orientasi yaitu menghadap timur/barat dan cenderung ke selatan. Pada orientasi 3 dan 5, jenis-jenis shading yang digunakan diantaranya adalah kombinasi dari jenis shading nomor 3, dan 5. Sedangkan pada orientasi 6, yang digunakan hanya nomor 1, dikarenakan sudah cukup membayangi tanpa perlu dikombinasikan dengan jenis yang lain. Penjelasan lebih rinci dan visualisasi rekomendasi tiap-tiap orientasinya akan dijabarkan lebih lanjut pada poin berikutnya.

Tabel 4.32 Tabel Kriteria Shading Orientasi 3, 5, dan 6

| Jenis Shading   | Kesesuaian Orientasi | Kesesuaian Fasad | Kemudahan Pengaplikasian | TOTAL SKOR |
|---|----------------------|------------------|--------------------------|------------|
| 1. <br>Overhang Horizontal Panel                       | 3                    | 3                | 3                        | 9          |
| 2. <br>Overhang Horizontal Louvers in Horizontal Plane | 3                    | 1                | 3                        | 7          |

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| <p>3</p>  <p>Overhang Horizontal Louvers in Vertical Plane</p> | 3 | 3 | 3 | 9 |
| <p>4</p>  <p>Overhang Vertical Panel</p>                       | 3 | 2 | 3 | 8 |
| <p>5</p>  <p>Vertical Fin</p>                                  | 2 | 3 | 3 | 8 |
| <p>6</p>  <p>Vertical Fin Slanted</p>                          | 2 | 1 | 1 | 4 |
| <p>7</p>  <p>Eggcrate</p>                                      | 2 | 1 | 1 | 4 |
| <p>8</p>  <p>Eggcrate with Slanted Fins</p>                  | 2 | 1 | 1 | 4 |

#### 4.5.1 Rekomendasi Orientasi 2



Gambar 4.30 Posisi Orientasi 2

Rekomendasi untuk desain *shading device* bangunan rumah tinggal *Cluster Green Hill*

Citra Garden City Malang dengan label orientasi 2, yakni bangunan dengan posisi hadap sebagai berikut yang tertera pada gambar siteplan (Gambar 4.26) terdapat 2 alternatif yang akan dibahas lebih lanjut pada poin dibawah ini:

a. Alternatif 1

Secara umum, pada orientasi ini seperti pada analisa evaluative yang sebelumnya sudah dibahas, yang belum memenuhi hanyalah panjang *shading device* nya saja (*Shading device horizontal*), dimana panjang *shading device* yang diperlukan sebesar 72cm sementara pada kondisi eksisting terdapat sepanjang 60cm. Maka untuk alternative 1 ini panjang *shading device* dipanjangkan sedemikian rupa (ditambahkan 12 cm) agar mencapai panjang *shading* yang diperlukan sesuai perhitungan yang sudah dilakukan.



Gambar 4.31 Rekomendasi 1 (Orientasi 2)

Sementara pada gambar dibawah ini, sudah digambarkan dan disimulasikan pembayangan dari rekomendasi Alternatif 1 pada rumah-rumah orientasi 2 menggunakan aplikasi *SketchUp* dapat dilihat pada gambar 4.28.



Gambar 4 32 Pembayangan Rekomendasi 1 (Orientasi 2)

b. Alternatif 2

Pada alternative 2, panjang shading diperpendek namun disiasati dengan adanya *overhang*. Hal ini bertujuan agar panjang shading dapat tetap sesuai dengan kondisi eksisting namun tetap membayangi seluruh bagian bukaan. Kekurangan dari bentuk alternative ini adalah adanya sedikit penghalang visual dan sinar cahaya yang akan menerangi ruang dalam.



Gambar 4 33 Rekomendasi 2 (Orientasi 2)





Gambar 4.34 Pembayangan Rekomendasi 2 (Orientasi 2)

Pembayangan pada rekomendasi desain alternative 2 pada Orientasi 2 ini telah diuji pembayangan sesuai posisi koordinat lokasi riil menggunakan aplikasi *Sketchup* yang terlihat pada gambar 4.30 diatas.

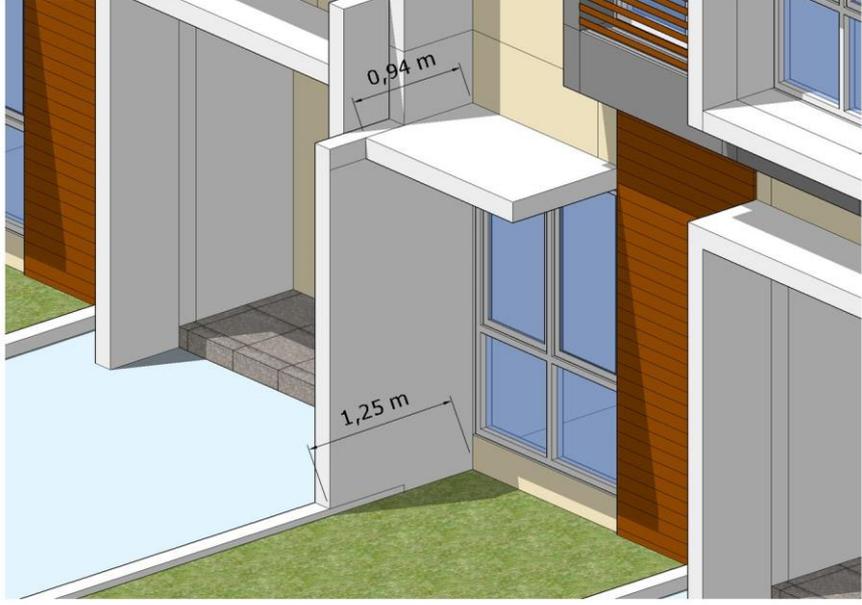
#### 4.5.2 Rekomendasi Orientasi 3



Gambar 4.35 Posisi Orientasi 3

Pada Orientasi 3 yang posisinya tergambar pada Gambar 4.31, juga terdapat 2 alternatif rekomendasi yang detailnya tergambar pada G

a. Alternatif 1



Gambar 4.36 Detail Rekomendasi 1 (Orientasi 3)

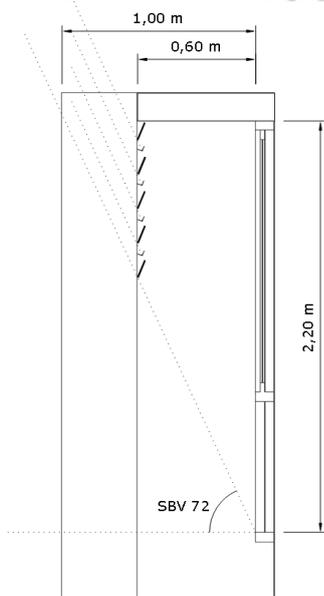


Gambar 4 37 Pembayangan Rekomendasi 1 (Orientasi 3)

b. Alternatif 2



Gambar 4 38 Detail Rekomendasi 2(Orientasi 3)



Gambar 4.39 Detail Potongan Rekomendasi 2 (Orientasi 3)





Gambar 4 40 Pembayangan Rekomendasi 2 (Orientasi 3)

#### 4.5.3 Rekomendasi Orientasi 4



Gambar 4 41 Posisi Orientasi 4



a. Alternatif 1



Gambar 4 42 Rekomendasi 1 (Orientasi 4)



Gambar 4 43 Pembayangan Rekomendasi 1 (Orientasi 4)

b. Alternatif 2

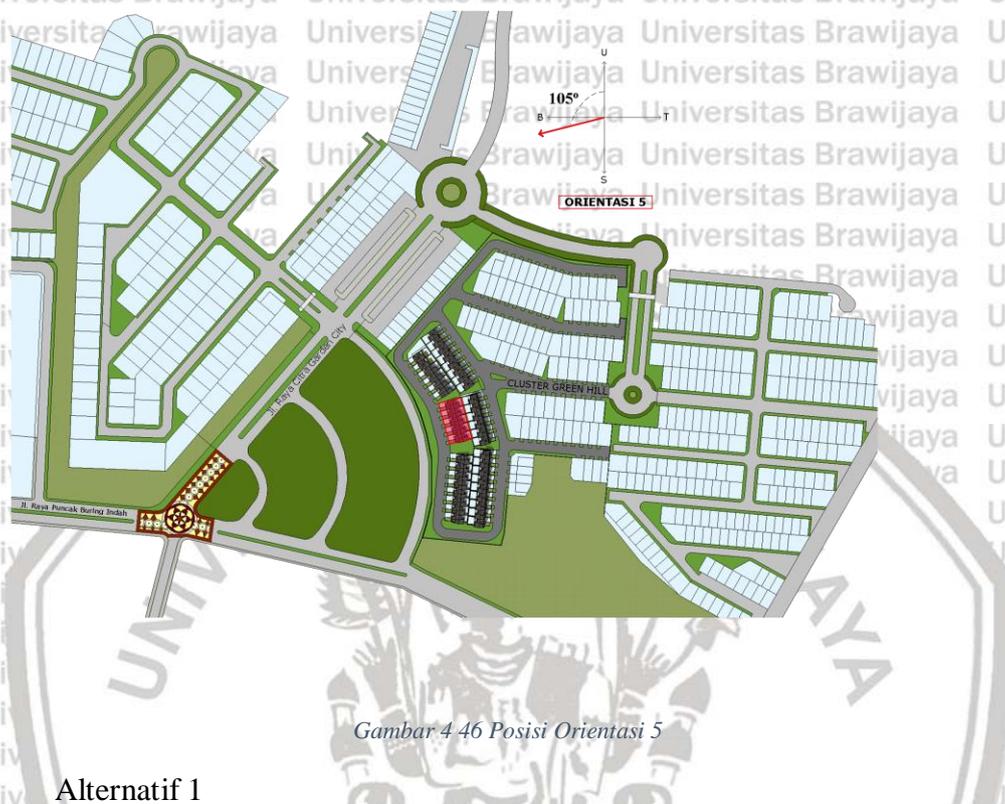


Gambar 4 44 Rekomendasi 2 (Orientasi 4)



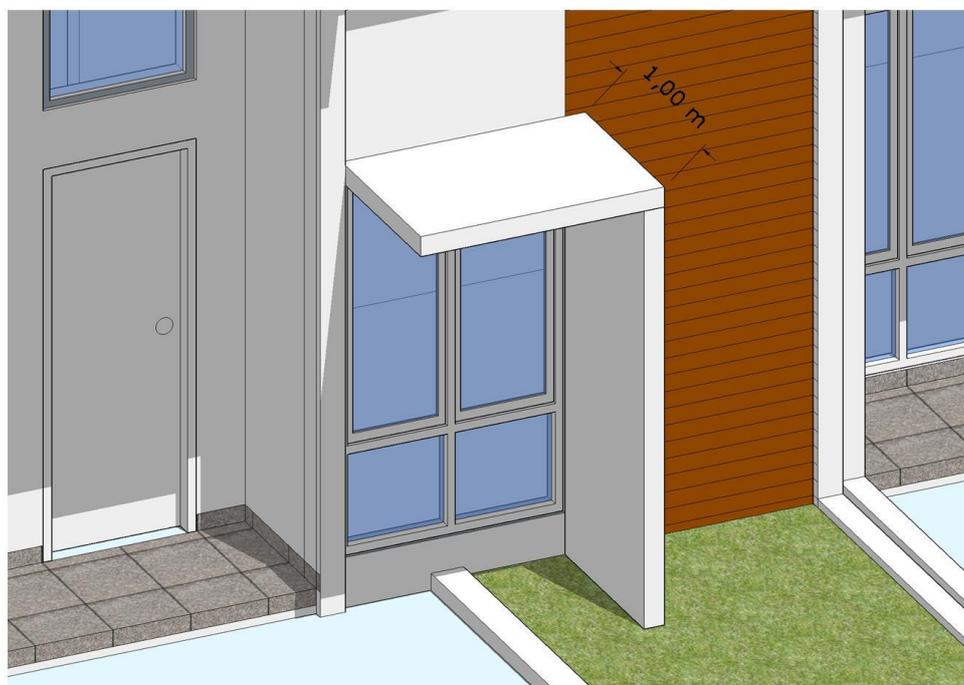
Gambar 4 45 Pembayangan Rekomendasi 2 (Orientasi 4)

### 4.5.4 Rekomendasi Orientasi 5



Gambar 4 46 Posisi Orientasi 5

a. Alternatif 1



Gambar 4 47 Detail Rekomendasi 1 (Orientasi 5)



Gambar 4 48 Pembayangan Rekomendasi 1 (Orientasi 5)

#### 4.5.5 Rekomendasi Orientasi 6



Gambar 4 49 Posisi Orientasi 6

Pada perhitungan kebutuhan shading device vertical, pada orientasi 6 dibutuhkan lebar sirip selebar 216,7 cm (berada di sebelah kiri) karena Sudut Bayangan Horizontalnya sebesar 5° searah jarum jam. Namun, setelah disimulasikan pembayangannya menggunakan aplikasi *SketchUp*, ternyata didapat bahwa besar sudut bayangan horizontal yang sebesar 5° itu tidak begitu berpengaruh, karena ketika panjang *shading device* nya memenuhi, maka ia sudah akan membayangi seluruh permukaan bukaan/jendela pada bangunan. Seperti pada rekomendasi desain yang sudah diterapkan di Orientasi 6, pada gambar dibawah ini



Gambar 4.50 Detail Rekomendasi (Orientasi 6)



Gambar 4.51 Pembayangan Rekomendasi Orientasi 6



## BAB V KESIMPULAN & SARAN

### 5.1 Kesimpulan

- Antara orientasi dengan suhu termal didapatkan adanya tingkat korelasi yang sangat kuat, dimana artinya orientasi disini sangat mempengaruhi kinerja suhu termal dari bangunannya. Adapun untuk signifikansinya, pada orientasi-orientasi yang cenderung menghadap ke timur (Orientasi 1,2, dan 3) tidak terdapat nilai signifikansi yang tinggi, yang artinya antar orientasi tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Namun pada orientasi yang cenderung menghadap ke barat (Orientasi 4,5, dan 6) didapatkan nilai signifikansi yang cukup tinggi, yang artinya antar orientasinya terdapat perbedaan suhu yang cukup signifikan.
- Pada pengukuran suhu termal di keenam orientasi, orientasi yang memiliki rata-rata suhu terpanas adalah bangunan orientasi 3 ( $95^\circ$  dari Utara) dan bangunan yang memiliki rata-rata suhu terdingin ialah bangunan orientasi 1 ( $55^\circ$  dari Utara)
- Setelah dilakukan analisa evaluative terhadap suhu termal, dapat disimpulkan bahwa diantara keenam orientasi bangunan yang diteliti, tidak ada yang memenuhi standar suhu nyaman menurut SNI-T-14-1993-03.
- Beberapa jenis rekomendasi shading device yang diterapkan diantaranya kombinasi antara *vertical fin* dan *horizontal plane*. Beberapa rekomendasi ada yang terdapat alternative desain shading berupa *Overhang Horizontal Louvers in Vertical Plane* untuk mengurangi terlalu panjangnya shading yang diterapkan.

### 5.2 Saran

- Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat membantu atau menjadi acuan untuk mengembangkan desain rumah-rumah pada Cluster Green Hill Citra Garden City Malang kedepannya.
- Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjad khasanah ilmu baru serta acuan untuk diadakannya penelitian-penelitian yang berkaitan dengan pengaruh orientasi maupun shading device terhadap suhu termal bangunan.

## DAFTAR PUSTAKA

SNI T-14-1993-03, 2011, *Standar Kenyamanan Termal di Indonesia*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

Lippsmeier, George. *Bangunan Tropis*. Penerbit Erlangga.1994.

Mangunwijaya, Y.B. 1988. Pengantar Fisika Bangunan, Jakarta : Djambatan

Latifah, Nur Laela, 2015, Fisika Bangunan 1, Griya Kreasi, Jakarta.

Egan, M. David. (1975). *Concepts in Thermal Comfort*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.

Olgay, Victor. (1992). *Design With Climate*. New York.5

Boutet, Terry S. *Controlling Air Movement*. McGraw-Hill Book Company. 1987.

Krier, Rob. 2001. *Komposisi Arsitektur*. Jakarta:Erlangga.

Talarosha, Basaria. 2005. *Menciptakan Kenyamanan Thermal Dalam Bangunan*. USUPress: Medan.

Lechner, Norbert. (1991). *Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architect*. Washington DC: Braun-Brumfield, Inc

Amelia, K. (2013). Pengaruh Orientasi Bangunan terhadap Kenyamanan Termal pada Perumahan di Bandung. *Jurnal dari Universitas Katolik Parahyangan*.

Telis, C. F. (2017). Pengaruh Orientasi Bangunan terhadap Suhu Termal di Unit Rusunawa Tambora. *Seminar Nasional Cendekiawan*.

Yuuwono, A. B. (2007). Pengaruh Orientasi Bangunan terhadap Kemampuan Menahan Panas pada Rumah Tinggal di Perumahan Wonorejo Surabaya. *Universitas Diponegoro*.





KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN ARSITEKTUR

Jl. Mayjend Haryono No. 167 MALANG 65145 Indonesia

Telp. : +62-341-567486 ; Fax : +62-341-567486

<http://arsitektur.ub.ac.id> E-mail : [arsftub@ub.ac.id](mailto:arsftub@ub.ac.id)

US-2b

## BERITA ACARA REVISI UJIAN SKRIPSI

**Nama Mahasiswa** : ANNISA BIANDA RAHARJO NIM. 165060501111041  
**Judul Skripsi** : Pengaruh Orientasi Bangunan & *Sun Shading* terhadap Suhu Termal pada Bangunan Rumah Tinggal (Studi Kasus: Perum. Citra Garden City Malang)  
**Periode** : Semester Ganjil/Genap \*) Tahun Akademik 2019/ 2020  
**Dosen Pembimbing** : Jono Wardoyo, ST., MT. NIP. 19740623 200012 1 001

Telah dievaluasi dengan catatan revisi skripsi sebagai berikut :

| NO. | CATATAN REVISI PENGUJI   |
|-----|--|
| 1.  | Tata tulis: tabel tidak boleh terpotong dan terpisah halaman   |
| 2.  | Slide 42 & 43: Jelaskan mengapa masing-masing orientasi terukur paling baik atau buruk   |
| 3.  | Di kesimpulan disebutkan orientasi signifikan terhadap suhu udara di dalam ruang.<br>Di satu sisi memang benar. Jika seluruh bangunan seragam.<br>Tetapi sebetulnya fasad tidak seragam, dan kalau dinilai dari shading device-nya memang berbeda. Dari analisis, hanya orientasi 1 yang memenuhi baik kebutuhan shading maupun sirip.<br>Jadi, kalau berdasarkan pengukuran disimpulkan hanya orientasi yang signifikan terhadap termal rasanya kurang tepat. Harus ditambahkan juga bahwa kesesuaian shading device juga menentukan suhu udara di dalam ruang. |

Malang, 13 Mei 2020

Dosen Penguji


  
Andika Citraningrum, S.T., M.Sc.

NIP. 201201 870425 2 001

Catatan:

- \*) Coret yang tidak perlu
- satu kopi untuk mahasiswa





KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN ARSITEKTUR

Jl. Mayjend Haryono No. 167 MALANG 65145 Indonesia  
Telp. : +62-341-567486 ; Fax : +62-341-567486  
<http://arsitektur.ub.ac.id> E-mail : [arsftub@ub.ac.id](mailto:arsftub@ub.ac.id)

US-2b

### BERITA ACARA REVISI UJIAN SKRIPSI

**Nama Mahasiswa** : ANNISA BIANDA RAHARJO NIM. 165060501111041  
**Judul Skripsi** : Pengaruh Orientasi Bangunan & Sun Shading terhadap Suhu Termal pada Bangunan Rumah Tinggal (Studi Kasus: Perum. Citra Garden City Malang)  
**Periode** : Semester Ganjil/Genap \*) Tahun Akademik 2019/ 2020  
**Dosen Pembimbing** : Jono Wardoyo, ST., MT. NIP. 19740623 200012 1 001

Telah dievaluasi dengan catatan revisi skripsi sebagai berikut :

| NO. | CATATAN REVISI PENGUJI   |
|-----|--|
| 1.  | Analisa Sun Shading → hit s.d.v, s.d.H - oke -<br>Rek. desain → penentuan jenis Shading Device bgmn?<br>↓<br>banyak jenis.<br>pilotaha :<br>→ - payang - s.d.<br>- + overhang - (sun Louvres).<br>→ orientasi s alt 2. (???)<br>vertical dan horizontal plane. → overhang vertical |
|     |  |
|     |  |
|     |  |
|     |  |
|     |  |
|     |  |

Malang, .....

Dosen Penguji

Iwan Wibisono, S.T., M.T.  
NIP. 201201 800808 1 001

Catatan:

- \*) Coret yang tidak perlu
- satu kopi untuk mahasiswa