

DEPARTEMEN ARSITEKTUR  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
Semarang 2023



**MODUL PRAKTIKUM**  
**PENGUKURAN**  
**HYGRO**  
**TERMAL**  
**KREY**  
**BAMBU**

Disusun oleh :  
**DR. IR. EDDY PRIANTO. CES.,DEA**



# **MODUL PRAKTIKUM: PENGUKURAN HIGRO- TERMAL KREY BAMBU**

Penulis : Dr.Ir.Eddy Prianto,CES.,DEA  
Tata sampul : Amaranggana Hang-Arna Prianto

Semester Genap tahun ajaran 2022/2023  
01 Pebruari 2023

## **Hak cipta dilindungi undang-undang.**

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apa pun,tanpa izin tertulis.

Keterangan gambar sampul:

*Depan : Dominasi warna sampul adalah hijau tua. Warna ini menyimbolkan orientasi pembelajaran pada kelestarian lingkungan. Penekanan praktikum dengan tematik higro-termal dan elemen bambu digambarkan pada sampul melalui perwujudannya.  
(referensi gambar :Abadi 2020)*

# KATA PENGANTAR

Modul Praktikum ini dapat dijadikan panduan pengerjaan tugas praktek/ studi kasus yang merupakan bagian dari pembelajaran setiap Mata Kuliah khususnya di Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang. Modul Praktikum ini akan sangat membantu untuk dikemas menjadi tematik skim penelitian atau tugas Riset Arsitektur bertema “Building Science”. Disamping itu Modul ini tersusun dalam usaha melengkapi Bahan Panduan Alat Peraga berwujud Rumah Miniatur – Rumah Tropis yang telah memperoleh Hak Cipta di tahun 2022.

Pendekatan aspek TERMAL dan metode PENGUKURAN IN-SITU dengan obyek RUMAH MODEL merupakan pokok bahasan utama dalam setiap kegiatan praktikum ini, dimana pertimbangan aspek tersebut sangat berguna sebagai salah satu bahan pertimbangan prinsip pada Perencanaan dan Perancangan Bangunan Arsitektur yang merespon iklim tropis, terutama untuk Rumah Tinggal di daerah Tropis.

Modul Praktikum dengan judul “Pengukuran Higro-Termal Krey Bambu” ini mempunyai 3 (tiga) kata kunci principal yaitu “KINERJA TERMAL”, “KREY BAMBUR” dan “RUMAH MODEL”. Dalam Modul Praktikum ini tersusun menjadi 5 (lima) Modul. Dimana pada setiap Modul berisi informasi tahapan praktikum secara detail dan runtut, yang diawali dengan Tujuan Praktikum, Alat dan Bahan, Prosedur Percobaan, Tabel Data dan Jurnal Pengukuran serta catatan akhir pengembangan praktikum.

- **Modul 01** Kinerja thermal Ruang Hunian Rumah Tropis dengan menggunakan DS Krey Bambu type horisontal-Arah Façade Utama Timur
- **Modul 02** Perbandingan Kinerja Termal antara Ruang hunian Rumah Tropis penggunaan DS krey bambu type horisontal menghadap Timur dengan Barat
- **Modul 03** Perbandingan Kinerja Termal antara Ruang hunian Rumah Tropis penggunaan DS krey bambu type horisontal dengan beragam orientasi

- **Modul 04** Perbandingan Kinerja Termal Ruang hunian Rumah Tropis antara penggunaan DS krey bambu type horisontal dengan vertikal
- **Modul 05** Perbandingan Kinerja Termal ruang hunian Rumah tropis penggunaan DS krey bambu horisontal dengan beragam bentuk krey bambu lainnya

Keberadaan Modul Praktikum ini diharapkan dapat dimanfaatkan dengan baik, khususnya oleh mahasiswa Arsitektur FT Undip dan Masyarakat bahkan Arsitek professional secara umum yang berkeinginan mengembangkan, menguji bahkan mensimulasikan pengaruh suatu phenomena dalam bangunan Arsitektural. Penyusunan Modul Praktikum inibelumlah sempurna, kritik dan saran membangun sangat kami harapkan.

Semarang, 01 Pebruari 2023

Penyusun



Dr.Ir. Eddy Prianto, CES.,DEA  
[eddyprianto@lecturer.undip.ac.id](mailto:eddyprianto@lecturer.undip.ac.id)  
 HP.0877-3153-7980

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL UKUR</b> .....	viii

<b>TINJAUAN PRAKTIKUM</b> .....	1
A. Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)	
B. Tujuan Umum Praktikum	
C. Dasar Teori	
D. Alat Peraga Rumah Model Tropis	
E. Pemahaman Design Thinking Solution	
F. Daftar Pustaka	

## MODUL 01

<b>Kinerja thermal Ruang Hunian Rumah Tropis dengan menggunakan DS Krey Bambu type Horisontal-Arah Façade Utama Timur</b> .....	17
A. Pengantar	
B. Tujuan Praktikum	
C. Alat dan Bahan	
D. Prosedur Percobaan	
E. Tabel Data	
F. Jurnal Pengukuran	
G. Penutup	

## MODUL 02

<b>Perbandingan Kinerja Termal antara Ruang Hunian Rumah Tropis penggunaan DS krey Bambu type Horisontal menghadap Timur dengan Barat</b> .....	28
A. Pengantar	
B. Tujuan Praktikum	
C. Alat dan Bahan	
D. Prosedur Percobaan	
E. Tabel Data	
F. Jurnal Pengukuran	
G. Penutup	

### **MODUL 03**

<b>Perbandingan Kinerja Termal antara Ruang Hunian Rumah Tropis penggunaan DS Krey Bambu type Horisontal dengan beragam orientasi .....</b>	<b>39</b>
A. Pengantar	
B. Tujuan Praktikum	
C. Alat dan Bahan	
D. Prosedur Percobaan	
E. Tabel Data	
F. Jurnal Pengukuran	
G. Penutup	

### **MODUL 04**

<b>Perbandingan Kinerja Termal Ruang Hunian Rumah Tropis antara penggunaan DS Krey Bambu type Horisontal dengan Vertical .....</b>	<b>52</b>
A. Pengantar	
B. Tujuan Praktikum	
C. Alat dan Bahan	
D. Prosedur Percobaan	
E. Tabel Data	
F. Jurnal Pengukuran	
G. Penutup	

### **MODUL 05**

<b>Perbandingan Kinerja Termal Ruang Hunian Rumah Tropis penggunaan DS Krey Bambu Horisontal dengan beragam bentuk krey bambu lainnya .....</b>	<b>63</b>
A. Pengantar	
B. Tujuan Praktikum	
C. Alat dan Bahan	
D. Prosedur Percobaan	
E. Tabel Data	
F. Jurnal Pengukuran	
G. Penutup	

<b>PENUTUP .....</b>	<b>76</b>
<b>BIBLIOGRAFI PENULIS .....</b>	

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar A** : Penelitian interdisipliner melalui disain arsitektur, perilaku manusia dan termal untuk membentuk fasad statis terhadap elemen aktif (adopsi penelitian Sayed dkk [3].)
- Gambar B** : Tampilan aplikasi penggunaan tirai pelindung bangunan berpola horisontal dan vertikal pada bangunan modern (ArchDaily, 2021)
- Gambar C** : Visualisasi Alat Peraga Rumah Model dengan Ragam Krey Bambu yang pernah dijadikan Alat peraga di DAFT FT Undip beberapa tahun silam
- Gambar 1.1** : Sketsa perletakan alat alat bukur dan gambar kerja obyek Rumah model
- Gambar 1.2** : Memposisikan Arah Façade Utama ke Timur.
- Gambar 1.3** : Penempatan alat thermal data logger pada obyek Rumah Model
- Gambar 2.1** : Sketsa penomeran alat ukur pada ke-dua gambar kerja
- Gambar 2.2** : Memposisikan Arah Façade Utama ke Timur.
- Gambar 3.1** : Sketsa penomeran alat ukur pada ke-empat gambar kerja
- Gambar 3.2** : Memposisikan Arah Façade Utama ke empat arah mata angin
- Gambar 4.1** : Sketsa penomeran alat ukur pada gambar kerja obyekAttic Rumah model Krey Horisontal dan Vertikal
- Gambar 4.2** : Visual dari obyek dengan Krey Horisontal dan Vertikal, dimana keduanya menghadap ke Timur
- Gambar 5.1** : Sketsa penomeran alat ukur pada gambar kerja obyek Rumah model



## DAFTAR TABEL

- Tabel 1.1** : Sistem Konstruksi Alat Peraga pada Modul 01  
**Tabel 1.2** : Definisi variable titik ukur untuk perhitungan Kinerja Termal  
**Tabel 1.3** : Distribusi titik ukur dan perolehana data pengukuran
- Tabel 2.1** : Sistem Konstruksi Alat Peraga pada Modul 02  
**Tabel 2.2** : Definisi variable titik ukur untuk perhitungan Kinerja Termal  
**Tabel 2.3** : Distribusi titik ukur dan perolehana data pengukuran
- Tabel 3.1** : Sistem Konstruksi Alat Peraga pada Modul 03  
**Tabel 3.2** : Definisi variable titik ukur untuk perhitungan Kinerja Termal  
**Tabel 3.3** : Distribusi titik ukur dan perolehana data pengukuran
- Tabel 4.1** : Sistem konstruksi Alat Peraga pada Modul 04  
**Tabel 4.2** : Definisi variable titik ukur untuk perhitungan Kinerja Termal  
**Tabel 4.3** : Distribusi titik ukur dan perolehana data pengukuran
- Tabel 5.1** : Sistem konstruksi Alat Peraga pada Modul 05  
**Tabel 5.2** : Definisi variable titik ukur untuk perhitungan Kinerja Termal  
**Tabel 5.3** : Distribusi titik ukur dan perolehana data pengukuran

## DAFTAR TABEL UKUR

- Tabel 1.A** : Data Pengukuran pada Titik Eksterior (Tex dan Hex) dan Data Pengukuran pada Titik Interior (Tin dan Hin)
- Tabel 1.B** : Data Perhitungan selisih Suhu Udara (Tex - Tin) dan Data Perhitungan selisih Kelembaban Udara (Hex - Hin)
- Tabel 1.C** : Data Pengukuran pada Titik Eksterior (Tex dan Hex)
- Tabel 1.D** : Data Pengukuran pada Titik Interior (Tin dan Hin)
- Tabel 2.A** : Data Pengukuran pada Titik Eksterior (Tex dan Hex) dan data Pengukuran pada Titik Interior (Tin dan Hin) pada Model 01 dan Model 02
- Tabel 2.B** : Data Perhitungan selisih Suhu Udara (Tex - Tin) dan selisih Kelembaban Udara (Hex - Hin) pada Model 01.
- Tabel 2.C** : Data Perhitungan Perbandingan nilai Kinerja Termal antara Model-01 dan Model-02.
- Tabel 2.D** : Data Pengukuran pada Titik Eksterior (Tex dan Hex) dan data Pengukuran pada Titik Interior (Tin dan Hin) untuk MODEL-01 dan MODEL-02
- Tabel 3.A** : Data Pengukuran pada Titik Eksterior (Tex-1 dan Hex-1) dan Titik Interior (Tin-1 dan Hin-1)-untuk seluruh MODEL
- Tabel 3.B** : Data Perhitungan selisih Suhu Udara (Tex - Tin) dan selisih Kelembaban Udara (Hex - Hin) pada Model 01.
- Tabel 3.C** : Data Perhitungan Perbandingan nilai Kinerja Termal antara keseluruhan model (Model-01, Model-02, Model-03 dan Model-04) untuk aspek suhu udara.
- Tabel 3.D** : Data Perhitungan Perbandingan nilai Kinerja Termal antara keseluruhan model (Model-01, Model-02, Model-03 dan Model-04) untuk aspek kelembaban udara.
- Tabel 3.E** : Data Pengukuran pada Titik Eksterior (Tex dan Hex) dan Titik Interior (Tin dan Hin) untuk semua MODEL
- Tabel 4.A** : Data Pengukuran pada Titik Eksterior (Tex dan Hex) dan Titik Interior (Tin dan Hin) untuk Model 01 dan MODEL-02
- Tabel 4.B** : Data Perhitungan selisih Suhu Udara (Tex - Tin) dan Kelembaban Udara (Hex - Hin) untuk Model 01 dan MODEL-02

<b>Tabel 4.C</b>	Data Perhitungan Perbandingan nilai Kinerja Termal antara Model-01 dan Model-02.
<b>Tabel 4.D</b>	Data Pengukuran pada Titik Eksterior (Tex dan Hex) dan Titik Interior (Tin dan Hin) untuk MODEL-01 dan MODEL-02
<b>Tabel 5.A</b>	Data Pengukuran pada Titik Eksterior (Tex dan Hex) dan Titik Interior (Tin dan Hin) untuk seluruh MODEL
<b>Tabel 5.B</b>	Data Perhitungan Kinerja Termal pada aspek suhu dan kelembaban untuk semua MODEL
<b>Tabel 5.C</b>	Data Perhitungan Perbandingan nilai Kinerja Termal antara keseluruhan model (Model-01, Model-02, Model-03, Model-04 dan Model-05)- untuk aspek suhu udara.
<b>Tabel 5.D</b>	Data Perhitungan Perbandingan nilai Kinerja Termal antara keseluruhan model (Model-01, Model-02, Model-03, Model-04 dan Model-05)- untuk aspek kelembaban udara.





Sumber Referensi :(Dekoruma 2022)

# TINJAUAN PRAKTIKUM

## **A. CAPAIAN PEMBELAJARAN (CPL)**

Secara prinsip pemahaman Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) kepada mahasiswa di Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro adalah kemampuan yang diperoleh melalui internalisasi pengetahuan, sikap, keterampilan, kompetensi, dan akumulasi pengalaman kerja. Istilah Capaian Pembelajaran kerap kali digunakan bergantian dengan Kompetensi, meskipun memiliki pengertian yang berbeda dari segi ruang lingkup pendekatannya. 8 (delapan) CPL yang menyangkut baik aspek Kognitif (Pengetahuan), Psikomotorik dan Kompetensi pada Departement Arsitektur Fakultas Teknik Program Strata-01 adalah :

- CPL-01 Pengetahuan yang memadai tentang budaya, sejarah, teori arsitektur, dan ilmu manusia.
- CPL-02 Pengetahuan tentang seni rupa yang mempengaruhi kualitas desain arsitektur terkait dengan organisasi, bentuk, dan tatanan ruang.
- CPL-03 Pengetahuan yang memadai tentang iklim lokal dan desain arsitektur berkelanjutan.
- CPL-04 Pengetahuan dalam memahami desain struktural, konstruksi, dan masalah teknik yang terkait dengan desain bangunan.
- CPL-05 Kemampuan merancang dengan mempertimbangkan hubungan antara manusia, bangunan, dan lingkungan.
- CPL-06 Kemampuan untuk membuat laporan arsitektur sebagai dasar untuk proyek desain.
- CPL-07 Ketrampilan merancang bangunan mengenai faktor biaya, manajemen proyek dan peraturan bangunan.
- CPL-08 Pengetahuan dalam memahami etika profesi dan peran arsitek dalam masyarakat.

### **A.1. CAPAIAN PEMBELAJARAN PRAKTIKUM**

Pada Modul Praktikum ini dapat berfungsi sebagai document pelengkap pembelajaran, baik pada Mata Kuliah Fisika Bangunan maupun pelengkap dari Buku Ajar Fisika Bangunan yang ada di Departemen Arsitektur FT Undip. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) dalam Praktikum ini adalah::

- CPL-03 Dengan CPMK : Pengetahuan yang memadai tentang iklim lokal dan desain arsitektur berkelanjutan.  
*Pada akhir praktikum, mahasiswa akan mampu menjelaskan (C2), memetakan (C3) dan menganalisis (C4) elemen principal iklim mikro yang terkait dengan kinerja termal suatu bangunan dengan menggunakan kedua strategi analisis kuantitative dan kualitatif hingga pada kemampuan merancang (C6).*
- CPL-05 Dengan CPMK : Kemampuan merancang dengan mempertimbangkan hubungan antara manusia, bangunan, dan lingkungan.  
*Pada akhir praktikum ini, mahasiswa akan mampu menghitung (C4) dan mengukur serta menilai (C5) kinerja termal dengan menggunakan persamaan matematis dengan benar*
- CPL-07 Dengan CPMK : Ketrampilan merancang bangunan mengenai faktor biaya, manajemen proyek dan peraturan bangunan.  
*Pada akhir praktikum ini, mahasiswa akan mampu menilai (C5) dan mengusulkan rancangan (C6) suatu rancangan rumah tropis dengan mempertimbangkan peran elemen Double Skin (DS) selubung bangunan, khususnya Krey bambu dilakukan efisien, efektif dari segi waktu, biaya dan tenaga secara analisis kuantitatif dan kualitatif berdasarkan obyek miniature/ Rumah Model*

### **A.3. CAPAIAN PEMBELAJARAN – SUB CPMK**

- Mampu menjelaskan (C2) Definisi dan ragam ragam bentuk Double Skin (DS) berupa Krey Bambu
- Mampu menjelaskan (C2) Definisi dan pemahaman Hygro-Thermal Bangunan
- Mampu menjelaskan (C2) Hubungan antara bentuk Krey Bambu dengan aspek Hygro-Thermal

Mampu menjelaskan (C2)	Rumus perhitungan kinerja termal
Mampu menjelaskan (C2)	Teknik pengukuran lapangan terkait suhu udara dan Kelembaban udara dengan alat datalogger
Mampu memetakan (C3)	Kriteria kinerja termal optimal dari aspek elemen Krey bambu
Mampu menghitung (C4)	Menghitung kinerja termal pengaruh ragam krey bambu
Mampu Menganalisis (C4)	Kinerja termal dari aspek ragam orientasi mata angin
Mampu mengusulkan rancangan (C6)	Tampilan façade bangunan yang respond terhadap kinerja termal secara parsial maupun komprehensif.
Mampu mengusulkan rancangan (C6)	Pilihan bentuk/pola Krey Bambu dalam terkait orientasi façade prinsipal secara parsial maupun komprehensif
Mampu mengusulkan rancangan (C6)	Orientasi bangunan yang respond terhadap kinerja termal bangunan dengan DS krey Bambu

#### **A. TUJUAN UMUM PRAKTIKUM**

Penentuan permasalahan peran, bentuk dan type Krey Bambu yang digunakan sebagai element DS façade principal bangunan tropis tentunya harus didasari pada kajian mendalam/ studi sebelumnya (studi pendahuluan), misalnya mempertimbangkan aspek sejarah maupun trend hingga mempertimbangkan kebutuhan mendesak (urgent) agar didapatkan sesegera mungkin penyelesaian masalahnya.

Pemahaman seorang mahasiswa/praktikan secara khusus maupun arsitek pada umumnya, bahwa setiap rancangan penggunaan DS Krey Bambu harus sudah memiliki konsep hingga konsekuensi secara kompresensif, bukan sekedar elemen tambahan dalam disain bangunan Tropis. Apakah kehadiran Krey Bambu pada façade principal bangunan Tropis mempengaruhi / membawa konsekuensi nilai kinerja termal pada ruangan dibawahnya. Jawabnya secara tegas : **TENTU BENAR**. Lalu bagaimana solusinya agar ruangan dalam rumah mendapatkan ambience yang



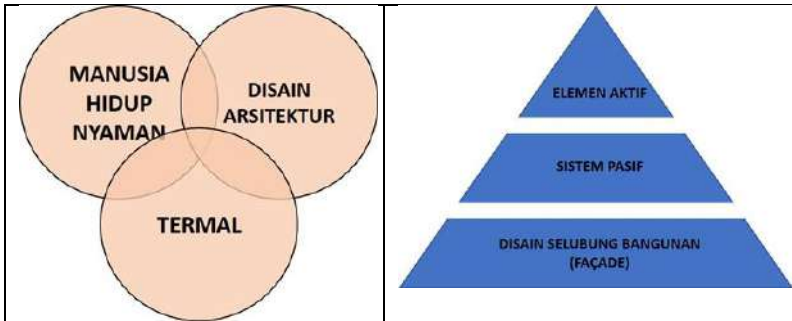
nyaman bagi penghuninya dalam melakukan aktifitas didalamnya? Itulah yang menjadikan tujuan dari praktikum ini.

Secara umum, tujuan dari modul praktikum ini dapat diuraikan sebagai berikut, sedangkan tujuan secara spesifik akan didapatkan pada tiap lembar Modul:

- Memahami secara detail dari pengertian dan tujuan dari kajian Kinerja Termal dalam suatu Bangunan.
- Menganalisa profil suhu udara dan kelembaban udara dalam kurun pengamatan minimum selama 24 jam dengan interval minimum setiap 5 (lima) menit, yang dilakukan pada 2 (dua) titik ukur (Eksterior dan Interior)
- Menganalisa kinerja termal hubungan antara pilihan dan perletakan Krey Bambu dengan pilihan orientasi arah mata angin yang tepat.

## **B. DASAR TEORI**

Kenyamanan penghuni dan konsumsi energi menjadi hal yang penting yang harus melandasi disain suatu bangunan arsitektur. Tuntutan terciptanya kenyamanan termal dari penghuni tidaklah lagi bisa dihindarkan. Begitupula dengan isu keterbatasan energi dan kualitas udara diperkotaan daerah tropis. Karena kesemuanya akan menambah biaya operasional harian suatu bangunan atau Gedung. [1]. **Strategi desain pasif** dari suatu rancangan bangunan dapat dikatakan langkah bijak dari arsitek dalam menunjukkan kepedulian karyanya terhadap potensi iklim setempat, terutama respond fungsi bangunan public untuk aktifitas disiang hari. [2]. Bijak dalam menghadirkan peran sinar matahari pada siang hari dengan memanfaatkan cahayanya yang masuk ke dalam ruangan sehingga tetap terjaga kenyamanan termal ruangan dalamnya merupakan langkah komprehensif yang harus dilakukan secara sinergi. Walaupun keduanya terkadang memiliki tuntutan yang dapat saling bertolak belakang.



**Gambar A:** Penelitian interdisipliner melalui disain arsitektur, perilaku manusia dan termal untuk membentuk fasad statis terhadap elemen aktif (adopsi penelitian Sayed dkk [3].)

Mengkaji perilaku dan lintasan sinar matahari, tentunya menimbulkan tingkat kualitas panas yang terjadi pada suatu bangunan (suhu permukaan dinding bagian luar bangunan). Dan hal ini tentunya menjadikan efek performa yang beragam pada termal ruangan dalamnya. Untuk itulah studi arsitektur dalam penelitian ini diharapkan mendapatkan nilai optimal performa termal ruangan dalam terkait akhir ada kenyamanan termal dan konsumsi energinya. Dimana adanya kehadiran element tambahan dari façade bangunannya.

Fasad merupakan bidang terdepan atau terluar atau suatu bidang pembatas yang membedakan ruangan dalam dan ruangan eksterior. Dimana peran fasade atau elemen selubung bangunan ini memiliki kemampuan untuk berfungsi sebagai elemen aktif terhadap fluktuasi perubahan iklim eksteriornya. [4]. Kata Façade berasal dari bahasa Perancis yang memiliki arti sebagai element prinsip suatu bangunan yang terletak dibagian depan bangunan yang menghadap ke jalan atau ke arah ruang eksteriornya. Dapat pula dimaknai sebagai suatu bentuk atau struktur tertentu [5]. Digarisbawahi akan peran fasade yang berkemampuan mengadaptasi terhadap lingkungannya, itu mengandung pengertian "kemampuan untuk mempertahankan kondisi internalnya terhadap perubahan kondisi iklim eksteriornya [6]. Akhirnya disain fasade mengikuti perkembangan jaman dan teknologi serta kehandalan para arsitek dalam membaca gelagat perubahan alam, maka disain fasade yang awalnya statis berkembang atau bertransformasi menjadi disain fasade yang dinamis [5]. Artinya kini peran façade, berkembang dari perannya dalam menanggapi aksi eksteriornya, kini berkembang

menjadi mengendalikan, dan menanggapi. Hal ini ditunjukkan dengan tampilannya belakangan ini yang mulai tanggap terhadap perubahan iklim lingkungannya dalam memenuhi tuntutan pengguna bangunannya.

Jadi performa dari konsep tampilan disain fasad kinetik adalah suatu tampilan fasade yang ditunjukkan dengan kemampuannya terhadap perubahan/adaptasinya terhadap alam, teknologi dan disain arsitekturnya [7]. Potensi terhadap eksplorasi performa tampilan fisik fasade kinetik inilah diharapkan mampu mendapatkan performa tingkat kenyamanan yang optimal bagi penghuninya. Kajian terhadap beberapa referensi dan literatur yang ada akan memtegas betapa pentingnya peran disain fasade suatu bangunan. Diantaranya ada beragam publikasi dan studi penelitian, yang mempertimbangkan dan mengidentifikasi berbagai istilah, strategies dan pendekatan façade kinetik [7,8,9,10]. Peran cahaya terhadap disain fasade kinetik [7]. Dapat dikatakan bahwa peran disain fasade akhirnya dapat memanfaatkan perubahan iklim mikro di suatu lingkungan sekitar dengan mecara ngontrol aliran udara, terpaan dari pancasaran sinari matahari, yang pada akhirnya ‘massa’ fasad dapat memberi efek perubahan sutu tampilan performa dari suhu permukaan membangun eksteriornya ke suhu rata-rata ruang interiornya. Pendapat lain, yang cukup signifikan digaris bawahin oleh Herzog et al., [3] bahwa vegetasi dan unsur air sangat berperan sebagai pengubah iklim mikro dari satu kondisi ruang terbuka bangunan tradisional. Dan beberapa referensi menggarisbawahi pula bahwa terlepas dari aspek sosial budaya, suatu bangunan yang memilki halamancukup memilki kemampuan merespon iklim mikronya pada ituasi lingkungannya berupa element keras. [11,12]. Terkait dengan metodologinya, beberapa referensi berikut ini mencermati bahwa pemodifikasian iklim mikro dilakukan dibawah perangkat lunak [11,13].



**Gambar B.** Tampilan aplikasi penggunaan tirai pelindung bangunan berpola horisontal dan vertikal pada bangunan modern (ArchDaily, 2021)

## 1). State of the art fasad kinetic

Berbagai penelitian multi-disiplin dengan topik fasade kinetik masih relatif jarang. Suatu hasil Tesis, fasad ini dapat diklasifikasikan berdasarkan metode penelitian kualitatif dan kuantitatif. Penelitian kualitatif tentang façade kinetik ditinjau dan diperbandingkan dengan suatu studi studi kasus. Ramzy & Fayed [14] menggunakan metode kualitatif dalam mengkaji ragam dan keunggulan fasade kinetik ini. Sementara Bakker et al.[15] mengkaji tingkat kepuasan terhadap permasalahan dan solusi disainnya yang dilakukan juga dengan studi kasus. Lebih lanjut Megahed [10] menganalisis beberapa konsep kinetik dan diperbandingkannya pada kerangka konseptual dan strategi desain. Demikian pula Barozzi dkk. [16] mengulas selubung bangunan adaptif dan serta mengkaji terkait sisi seni fasade ini. Panopoulos & Papadopoulos [17] mempelajari fasad pintar dari suatu gedung perkantoran.

Metode kuantitatif telah diterapkan secara luas untuk menganalisis dan mengevaluasi kinerja façade kinetik. Peran dari selubung dinamis selain dikaji untuk tujuan untuk mengurangi tingkat konsumsi energi, juga dikaji untuk membuktikan tingkat kenyamanan termal dan kinerja pada siang hari.

Salah satu pendekatan yang dilakukan dengan menerapkan model simulasi digital dan evaluasi parametrik terhadap kinerja façade kinetik dikaji Pesenti dkk. [18]. Sedangkan Mahmoud & Elghazi [19] mengamati kinerja fasade kinetik pada siang hari dengan pola heksagonal. Demikian pula, Grobman dkk [20] mengkaji kemampuan elemen kinetik untuk pengoptimalan pada siang hari secara dinamis dengan metode simulasi kuantitatif dan parametrik. Demikian juga, Elzeyadi [21] mensimulasikan model digital parametrik dan mengulas enam tipologi bayangan utama dalam usaha memperoleh penghematan energi dan kenyamanan visual. Terakhir, Loonen dkk. [8] mengusulkan penerapan parametrik dan alat desain generatif untuk mengevaluasi kinerja energi dan arsitektur dalam bentuk tektural yang berkaitan dengan parameter multi-domain.

Dari kajian beberapa penelitian diatas, dapat dikatakan bahwa penelitian secara multidisiplin terhadap façade kinetik sangat membutuhkan penerapan metode penelitian kuantitatif dan kualitatif secara bersama-sama. Karena dengan pendekatan ini, hipotesis

dapat diturunkan dari studi kualitatif dan selanjutnya dianalisis, diuji, dan diuji umpan baliknya dengan pendekatan kuantitatif.

## **2). Dari fasade statis menjadi adaptif-suatu kinerja pencahayaan [22]**

Salah satu elemen dalam fasade bangunan adalah jendela. Jendela sebagai suatu elemen yang memasukan pencahayaan siang hari kedalam ruangan. Tapi memiliki keterbatasan jangkauan, lain halnya suatu element skylight [23]. Kinerja pencahayaan alami banyak digunakan pada penelitian dan eksperiment terkait dengan panel prismatic [24], Panel potong laser (LCP) [25], rak lampu [26], kisi-kisi dan tirai [27], sistem anidolik [28]. Sistem kerja eelemen-element disain tersebut sering terintegrasi dengan dengan “sistem peneduh” (misalnya tirai venetian) atau “penuntun cahaya sistem” (misalnya panel prismatic) yang mampu mengumpulkan cahaya matahari dan kemudian mendistribusikannya kembali atau memantulkannya ke ruangan dalam/ interior. Seluruhnya strategi doisain sistem pencahayaan alami sering kali memperhitungkan faktor lingkungan (misalnya: kaitannya dengan distribusi luminansi langit) dan komponen fisik lingkungan (misalnya : bangunan, lanskap, ataupun sarana dan prasarana kawasan).

Dengan kata lain, kajian terhadap penggabungan sistem pencahayaan alami dengan perilaku lintasan matahari dalam beberapa kasus menjadi suatu keuntungan disain arsitektur. Namun juga harus dipertahtikan dampak negatifnya juga. Suatu contoh pemilihan stratyegi pencahayaan alami pada suatu bangunan akan berpengaruh pada resiko ketidaknyamanan visual, yaitu silau ataupun panas yang berlebihan. Beberapa temuan/aplikasi disain yang sudah berkembang dapat diconthkan seperti penerapan model pelindung matahari [29], Venesia dan tirai lipat [30], dimana kedua model ini paling mudah diterapkan karena murah biayanya dan mudah pengaplikasiannya [31]. Suatu konsekuensi disain fasade yang statis (fasad non-fleksibel) seperti fasade transparan (pemakaian kaca) pada situasi siang hari sering menyebabkan penghuni bangunan merasa silau atau penumpukan panas dalam ruangnya, sehingga sangat mengurangi kenyamanan penghuni, yang pada akhirnya berakibat pada pengkonsumsian energi untuk proses pendinginan ruangan. Oleh karena itu, penggunaan jendela konvensional dibanding disain fasad yang statis (seperti pemakaian blok kaca) mungkin menjadi solusi yang tepat dan pengaturan cahaya mataharipun dapat diatur.

Di sisi lain, peran disain fasad bangunan juga merupakan elemen yang mudah terlihat pertama kali oleh orang luar, karena dalam element fasade ini biasanya tertampil ekspresi estetioka bangunannya. Disamping element ini berfungsi sebagai dinding pembatas antara ruang luar dan ruang dalam terhadap perubahan 'dampak' iklim luar yang tidak bersahabat, seperti pancaran sinar matahari yang berlebihan, terpaan angin, suhu udara yang ekstrem dan aspek-aspek iklim lainnya yang tidak bersahabat. Jadi element disain fasadlah yang berperan dalam terciptanya kondisi kenyamanan bagi penguni didalamnya, baik itu kenyamanan visual, termal, akustik. Untuk itulah kehadiran disain fasad yang responsif memiliki konsep disain dan fungsi yang mungkin bertentangan:

- Bayangan vs. Pencahayaan Buatan,
- Pemandangan vs. Tingkat Privasi,
- Keuntungan pencahayaan matahari vs. Tingakt radiasi yang terlalu panas,
- Situasi siang hari vs. efek silau

Beberapa pertimbangan tampilan disain fasad secara umum harus memperharikan aspek-aspek sebagai berikut :

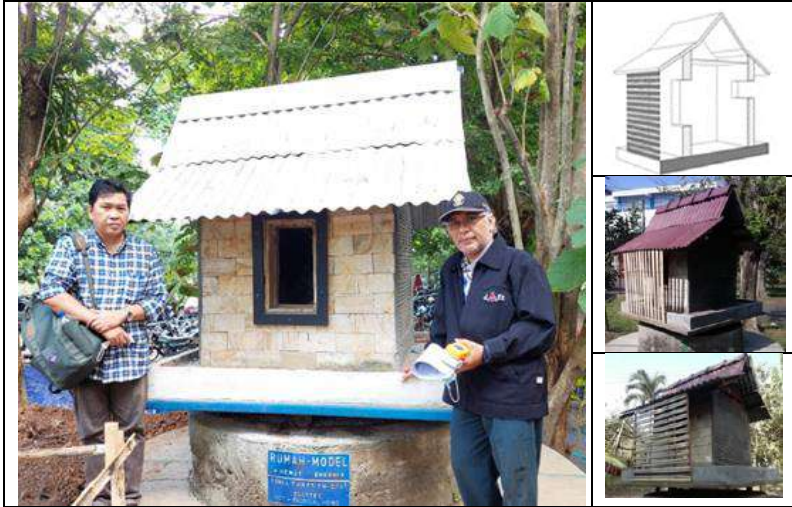
- **Pengontrol pancaran sinar matahari :** Radiasi sinar matahari yang masuk ke dalam gedung dapat mempengaruhi suhu ruangan dalamnya nbaik secara langsung ataupun tidak langsgng (melalui luas bidang terpaan fasad bangunannnya) yang pada akhirnya berpengaruh pada tingkat kenyamanan penghuninya.
- **Terciptanya ventilasi alami :**Disain fasade atau kulit bangunan seharusnya dapat mengontrol kualitas dan kuantitas aliran udara alami sebagai media pertukaran dan sirkulasi dfidalam ruangan.
- **Terciptanya daylighting vs. pencahayaan buatan:** Tingkat besaran penerimaan cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan bisa melalui fenestrasi dan sistem naungan. Disain yang menggabungkan sistem pencahayaan alami dengan penerangan buatan yang tepat dapat menekan biaya kkonsumsi energi listrik. Ada beberapa solusi aplikasi element poenerangan buatan : Pertama, sistem pencahayaan buatan seperti paket LED merupakan langkah terobosan dalam efisiensi warna alami dan efisiensi energinya, dimana mampu memberikan 160 hingga 330 lm / W [32]. Di sisi lain, cahaya matahari itu sendiri memiliki efek cahaya yang relatif sekitar 110–130 lm / W (bergantung pada kondisi langit). Kedua,

Kondisi siang hari merupakan sumber energi terbarukan yang sepatutnya dioptimalkan dibanding dengan penggunaan energi listrik sebagian besar dihasilkan dari bahan bakar fosil. Ketiga, data menunjukkan bahwa sebesar 20% beban energi bangunan akibat dari penerangan buatan [33]. Sedangkan menurut literatur, penghematan energi pencahayaan pada siang hari dapat bervariasi antara 20 hingga 87% [34].

- **Sebagai area view ke luar/ pemandangan:** Disain selubung bangunan secara transparan dapat menyajikan efek psikologis visual karena terkoneksi dengan ruang luar.
- **Pengontrol panas:** Mengontrol aliran panas antara interior dan eksterior yang memiliki implikasi besar pada kinerja termal bangunan. Untuk itu biasanya membutuhkan disain insulasi kulit bangunan yang tepat. Sedangkan pemakaian kaca kaca harus dilakukan secara tepat karena akan ada efek transmisi panas melalui jendela yang dapat meningkat terutama pada musim panas.
- **Kontrol kelembaban:** Secara umum, jenis kelembaban bangunan disebabkan dua hal, pertama kelembaban bangunan yang disebabkan kulit bangunan saat kontak langsung dengan hujan dan kedua karena pengaruh kondensasi. Bekas curahan hujan pada façade bangunan menyebabkan kelembaban luar bangunan. Sedangkan kondensasi bangunan terjadi karena adanya perbedaan dingin antara ruangan dalam dan suhu ruangan luar/eksterior. Hal ini karena lemahnya isolasi kulit bangunan.
- **Pengendali Kebisingan:** Isolasi akustik adalah peran fundamental lain dari suatu disain fasad bangunan. Yaitu kebisingan yang berasal dari lingkungan luar bangunan.

#### **D. ALAT PERAGA RUMAH MODEL TROPIS**

Pada gambar berikut ini, tersaji visualisasi dari beberapa Rumah Model yang pernah direalisasi ujian fisiknya, baik sebagai alat peraga praktikum maupun dalam menyelesaikan masalah dalam bentuk penelitian dan kegiatan pengabdian masyarakat pada di Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro semenjak tahun 2007 hingga sekarang (HDII-Papua 2021). Dan alat peraga tersebut telah didaftarkan Hak Ciptanya sejak tahun 2012 dan sertifikat dari Kementrian keluar ditahun 2022 (Prianto and Bharoto 2022), (Prianto 2021), (Pamungkas 2022), (Media 2022), (Humas Undip 2022).



**Gambar C :** Visualisasi Alat Peraga Rumah Model dengan Ragam Krey Bambu yang pernah dijadikan Alat peraga di DAFT FT Undip beberapa tahun silam

### C. PEMAHAMAN DESIGN THINKING SOLUTION

Design Thinking adalah metode yang digunakan untuk memecahkan suatu masalah yang kompleks, untuk mencari solusi yang seefektif dan seefisien mungkin. Design thinking pertama kali diperkenalkan oleh David Kelley, CEO IDEO. Ia menekankan pentingnya pemahaman desain untuk kesuksesan suatu inovasi. Proses berpikir desain cocok untuk memecahkan masalah-masalah yang kompleks. Berpikir desain mencari solusi dengan cara menggabungkan logika, imajinasi, intuisi, dan penalaran sistemik atau systemic reasoning (Accurate 2022), (Fandy 2022).

Design Thinking menekankan pendekatan Abductive Reasoning, yaitu penalaran yang lebih mengutamakan simplifikasi, untuk bisa menyelesaikan masalah dengan cara yang paling sederhana.

Solusi atau ide yang sudah lahir, langsung dieksekusi untuk dibuat prototype-nya, kemudian dicoba langsung kepada user. Ini untuk melihat apakah solusi yang dibuat benar-benar bisa menyelesaikan masalah mereka.

Pada konteks solusi disain untuk “efek kinerja termal” adalah mengembangkan variable control (selain variable suhu dan kelembaban) dalam mencapai nilai kinerja termal yang diharapkan.



Contoh dari solusi disain yang dimaksud dapat digambarkan sebagai berikut. Misalnya obyek 01 dengan atap bermaterial genteng berglasur, hasil pengukuran dan perhitungan mendapatkan nilai akhir (-)/ negative-atnya pada bagian interior suhu udara lebih panas daripada suhu udara eksterior. Bilamana dikehendaki ambience interior dingin, maka hasil Analisa deskriptifnya mengarahkan perencanaan dengan penambahan/ penggantian material atap, penambahan elemen vegetasi ataupun memperlebar bukaan jendela agar angin dapat masuk ( mengeksplorasi variable control).

#### D. DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, Canopi. 2020. "Jual Krey Bambu Sukabumi." *Jasa Pembuatan Canopy kain Tenda Membrane Jakarta - Abadi Canopy* (blog). 2020. <https://www.abadicanopy.com/2017/10/jual-krey-bambu.html>.
- Accurate, vina. 2022. "Apa itu Design Thinking? Ini Pegertian, Tahapan dan Contohnya! - Accurate Online." January 10, 2022. <https://accurate.id/lifestyle/apa-itu-design-thinking/>.
- canopi, Karya Subur. 2017. "KREY BAMBU & KAYU." *Canopy Kain Jakarta Selatan* (blog). 2017. <https://karyasuburcanopy.com/krey-bambu-kayu/>.
- Dekoruma, Kania. 2019. "Menghalau Sinar Matahari, Intip 5 Model Tirai Bambu Memukau." Agustus 2019. <https://www.dekoruma.com/artikel/89984/inspirasi-model-tirai-bambu>.
- . 2022. "6 Desain Rumah Bambu Jepang Minimalis Modern, Bikin Semua Takjub!" June 17, 2022. <https://www.dekoruma.com/artikel/143525/desain-rumah-bambu-jepang-minimalis-modern>.
- Fandy. 2022. "Design Thinking: Pengertian, Tahapan, dan Contoh Penerapannya." *Gramedia Literasi* (blog). June 2, 2022. <https://www.gramedia.com/literasi/design-thinking/>.
- HDII-Papua, dir. 2021. *Analisis Hygrotermal Double Skin Facade Model Miniatur Oleh Dr. Ir. Eddy Prianto, CES., DEA., HDII*. <https://www.youtube.com/watch?v=VaM-NxhsBe8>.
- Humas Undip, Undip. 2022. "Dosen Arsitektur UNDIP Ciptakan Alat Peraga Rumah Model Berkarakter Arsitektur Tropis - Universitas Diponegoro." September 9, 2022. <https://www.undip.ac.id/post/26206/dosen-arsitektur-undip-ciptakan-alat-peraga-rumah-model-berkarakter-arsitektur-tropis.html>.
- Media, Kompas Cyber. 2022. "Alat Peraga Rumah Model Karakter Tropis Ini Inovasi Dosen Undip Halaman all." KOMPAS.com. September 12, 2022. <https://www.kompas.com/edu/read/2022/09/12/115700271/alat-peraga-rumah-model-karakter-tropis-ini-inovasi-dosen-undip>.
- Pamungkas, SuaraMerdeka. 2022. "Fakultas Teknik Undip Terapkan Alat Peraga Rumah Model Hemat Energi Ini Caranya ! - Suara Merdeka." September 6, 2022. <https://www.suaramerdeka.com/pendidikan/pr-044546453/fakultas-teknik-undip-terapkan-alat-peraga-rumah-model-hemat-energi-ini-caranya>.

Prianto, Eddy. 2021. "Hak Cipta EC00202208015; Buku 'Arsitektur : Rumah Hemat Energi, Kumpulan Kajian Disain Rumah Tinggal Hemat Energi Untuk Kota Semarang.'" 2021. <https://sinta.kemdikbud.go.id/profile/iprdetail/131731>.

Prianto, Eddy, and Bharoto Bharoto. 2022. "Hak Cipta EC00202265112: Alat Peraga 'Alat Peraga RUMAH MODEL ARSITEKTUR TROPIS.'" 2022. <https://sinta.kemdikbud.go.id/profile/iprdetail/151541>.

Richard, Theofilus. 2020. "9 Model Tirai Bambu Yang Bikin Rumah Jadi Lebih Sejuk & Unik." Agustus 2020. <https://berita.99.co/model-tirai-bambu-rumah/>.

Widyartanti, Johanna Erly. 2021. "Jangan Salah, Bambu Tak Hanya untuk Bangunan Tradisional, Lihat Pesona Rumah Modern yang Tampil Bak Lentera Bambu Ini - Semua Halaman - iDEA." Oktober 2021. <https://idea.grid.id/read/092960399/jangan-salah-bambu-tak-hanya-untuk-bangunan-tradisional-lihat-pesona-rumah-modern-yang-tampil-bak-lentera-bambu-ini>.

- [1] International Energy Agency, Transition to Sustainable Buildings – Strategies and Opportunities to 2050, Directorate of Sustainable Energy Policy and Technology (SPT), Paris, France, 2013 Available from: [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Building2013\\_free.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Building2013_free.pdf).
- [2] L. Wang, J. Gwilliam, P. Jones, Case study of zero energy house design in UK, *Energy Build.* 41 (11) (2009) pp.1215–1222. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2009.07.001>.
- [3] Seyed Morteza Hosseini, Masi Mohammadi, Alexander Rosemann, Torsten Schröder, Jos Lichtenberg, A morphological approach for kinetic façade design process to improve visual and thermal comfort: Review, *Building and Environment*, 2019,
- [4] T. Herzog, R. Krippner, W. Lang, *Façade Construction Manual*, Birkhauser, Publishers for architectures, Basel.Boston.Berlin, 3-7643-7031-9, 2004.
- [5] Oxford dictionary press, Façade, morphology, Retrieved from, 2018. <https://en.oxforddictionaries.com/definition>.
- [6] L. Badarnah, Form Follows Environment, Biomimetic approaches to building envelope design for environmental adaptation, *Buildings* 7 (2) (2017) 40. Available from: <https://doi.org/10.3390/buildings7020040>.
- [7] W. Zuk, R. Clark, *Kinetic Architecture*, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1970, pp. 14–27.
- [8] C.G.M. Loonen, F. Favoino, J.L.M. Hensen, M. Overend, Review of current status, requirements and opportunities for building performance simulation of adaptive facades, *Journal of Building Performance Simulation* 10 (2) (2017) 205–223. Available from: <https://doi.org/10.1080/19401493.2016.1152303>.
- [9] M. Asefi, Design management model for transformable architectural structures, in: A. Domingo, C. Lazaro (Eds.), *Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS)*, Universidad Politecnica de Valencia, Spain, 2009 Available from: [http://www.academia.edu/2105178/Design\\_management\\_model\\_for\\_transformable\\_architectural\\_structure](http://www.academia.edu/2105178/Design_management_model_for_transformable_architectural_structure).

- [10] N.A. Megahed, Understanding kinetic architecture: typology, classification, and design strategy, *Architect. Eng. Des. Manag.* 13 (2) (2017) 130–146. Available from: <https://doi.org/10.1080/17452007.2016.1203676>.
- [11] F. Soflaei, M. Shokouhian, S.M. Mofidi Shemirani, Traditional Iranian courtyards as microclimate modifiers by considering orientation, dimensions, and proportions, *Frontiers of Architectural Research* 5 (Issue 2) (2016) 225–238. Available: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2016.02.002>.
- [12] N. Al-Masri, B. Abu-Hijleh, Courtyard housing in midrise buildings: an environmental assessment in hot-arid climate, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 16 (4) (2012) 1892–1898. Available: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.01.008>.
- [13] F. Soflaei, M. Shokouhian, H. Abraveshdar, A. Alipour, The impact of courtyard design variants on shading performance in hot- arid climates of Iran, *Energy Build.* 143 (2017) 71–83. Available: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.03.027>.
- [14] N. Ramzy, H. Fayed, Kinetic Systems in Architecture: New Approach for Environmental Control Systems and Context-Sensitive Buildings”, *Sustainable Cities and Society* vol. 1, (2011) 170–177. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2011.07.004>.
- [15] L.G. Bakker, E.C.M. Hoes-van Oeffelen, R.C.G.M. Loonen, J.L.M. Hensen, User satisfaction and interaction with automated dynamic facades: a pilot study, *Build. Environ.* 78 (2014) 44–52. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.04.007>.
- [16] M. Barozzi, J. Lienhard, A. Zanelli, C. Monticelli, The sustainability of adaptive envelopes: developments of kinetic architecture, *Procedia Engineering* 155 (2016) 275–284. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.029>.
- [17] K. Panopoulos, A.M. Papadopoulos, Smart facades for nonresidential buildings: an assessment, *Adv. Build. Energy Res.* 11 (1) (2017) 26–36. Available from: <https://doi.org/10.1080/17512549.2015.1119058>
- [18] M. Pesenti, G. Masera, F. Fiorito, M. Sauchelli, Kinetic solar skin: a responsive folding technique, *Energy Procedia* 70 (2015) (2015) 661–672. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.02.174>.
- [19] A.H.A. Mahmoud, Y. Elghazi, Parametric-based designs for kinetic facades to optimize daylight performance: comparing rotation and translation kinetic motion for hexagonal facade patterns, *Sol. Energy* 126 (2016) 111–127. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2015.12.039>.
- [20] Y.J. Grobman, I.G. Capeluto, G. Austern, External shading in buildings: comparative analysis of daylighting performance in static and kinetic operation scenarios, *Architect. Sci. Rev.* 60 (2) (2017) 126–136. Available from: <https://doi.org/10.1080/00038628.2016.1266991>.
- [21] I. Elzeyadi, The impacts of dynamic façade shading typologies on building energy performance and occupant's multi-comfort, *Architect. Sci. Rev.* 60 (4) (2017) 316–324. Available from: <https://doi.org/10.1080/00038628.2017.1337558>.

- [22] Amir Tabadkani, Astrid Roetzel, Hong Xian Li, Aris Tsangrassoulis, Design approaches and typologies of adaptive facades: A review, *Automation in Construction* 121, 2021,
- [23] N. Ruck, S. Selkowitz, Q. Aschehoug, J. Christoffersen, R. Jakobiak, K. Johnsen, E. Lee, *Daylight in Buildings: A Source Book on Daylighting Systems and Components*, LBNL Report ed, Lawrence Berkeley National Laboratory, 2000.
- [24] N. Baker, K. Steemers, *Daylight Design of Buildings*, James & James, 2002.
- [25] I. Edmonds, Performance of laser cut light deflecting panels in daylighting applications, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells* 29 (1993) 1–26.
- [26] A. Kontadakis, A. Tsangrassoulis, L. Doulos, F. Topalis, A review of light shelf designs for daylit environments, *Sustainability* (2018), <https://doi.org/10.3390/su10010071>.
- [27] H. Arnesen, T. Kolås, B. Matusiak, *A Guide to Daylighting and Solar Shading Systems at High Latitude*, SINTEF Academic Press, 2011.
- [28] J.-L. Scartezzini, G. Courret, Anidolic daylighting systems, *Sol. Energy* 73 (2) (2002) 123–135, [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(02\)00040-3](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(02)00040-3).
- [29] H. Sabry, A. Sherif, M. Gadelhak, M. Aly, Balancing the daylighting and energy performance of solar screens in residential desert buildings: examination of screen axial rotation and opening aspect ratio, *Sol. Energy* 103 (2014) 364–377, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2014.02.025>.
- [30] P.J. Littlefair, *Solar shading of buildings*, CRC 364 (1999), 30 Pages; (1860812759).
- [31] S. Kim, J. Kim, The impact of daylight fluctuation on a daylight dimming control system in a small office, *Energy Build.* 39 (8) (2007) 935–944, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.10.009>.
- [32] P. Morgan Pattison, M. Hansen, J.Y. Tsao, LED lighting efficacy: status and directions, *Comptes Rendus Physique* 19 (3) (2018) 134–145, <https://doi.org/10.1016/j.crhy.2017.10.013>.
- [33] IEA, in: L. Halonen, E. Tetri, P. Bhusal (Eds.), *Energy Efficient Electric Lighting for Buildings*, ECBCS - Energy Conservation Building Community Systems, International Energy Agency, 2010. [https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea\\_pdf/ecbcs\\_annex\\_45\\_gui\\_debook.pdf](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/ecbcs_annex_45_gui_debook.pdf).
- [34] X. Yu, Y. Su, Daylight availability assessment and its potential energy saving estimation –a literature review, *Renew. Sust. Energ. Rev.* 52



sumber referensi : (Widyartanti 2021)

# MODUL 01

**Kinerja Termal Ruang Hunian Rumah Tropis dengan menggunakan DS Krey Bambu type Horizontal-arrah façade utama ke Timur**

## A. PENGANTAR

Beberapa pertanyaan prinsip yang melatar belakangi perlunya dilakukan praktikum **MODUL 01**, dengan judul “*Kinerja Termal Ruang Hunian Rumah Tropis dengan menggunakan DS Krey Bambu type Horisontal-arah façade utama ke Timur*”, diantaranya adalah :

- Seberapa jauh nilai Kinerja Termal pada suatu ruangan hunian dimana pada façade prinsipalnya menggunyakan DS (Double Skin) atau SC (secondary Skin), bilamana rumah menghadap kearah Timur ?

Hal ini perlu dipahami, fenomena awal tahun 2020-pasca pandemic, banyak pemilik bangunan yang memiliki atau menginginkan penampilan disain façade utamanya menggunakan lapisan kedua berupa Krey (dari mabbu ataupun material lainnya). Bagaimana solusi renovasinya dengan keberadaan/kendala variabel yang sdh terinstal/eksis namun masih berharap mendapatkan kenyamanan optimal.

- Bagaimana trik solusi disainnya untuk menciptakan ambience ruangan ysng nyaman untuk situasi pagi, siang, sore bahkan malam hari ?

## B. TUJUAN PRAKTIKUM

- Menganalisa kinerja termal ruangan dalam, dimana pada bagian depan/façade bangunan yang menghadap Timur menggunakan DS krey bambu
- Merekomendasikan solusi disain bangunan tersebut, tanpa harus merubah kriteria tersebut agar ruangan terasa nyaman bagi penghuni dalam melakukan aktifitas didalamnya , baik pada pagi hingga malam hari

## C. ALAT DAN BAHAN

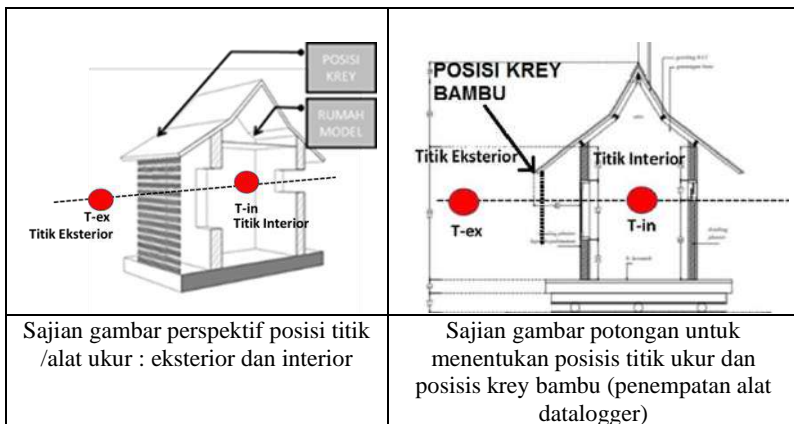
- Alat Peraga berupa Rumah Model dihadapkan ke arah Timur
- Jenis DS adalah Krey Bambu
- Konstruksi bentuk Atap Kampung
- Material bahan penutup atap Asbes Beton
- 2 (dua) Alat ukur termal datalogger
- Camera
- Lembar kerja berupa table data ukur, table perhitungan dan table jurnal pengukuran

## D. PROSEDUR PERCOBAAN

### 1). Tahap Persiapan :

Terdapat 4 (empat) Langkah dalam tahap ini :

Pertama: Membuat gambar sketsa/ skematik diperlukan agar dapat mengetahui atau memvisualkan terlebih dulu tahapan kerja dan pengukuran dilapangan nanti. Buatlah gambar seperti tertampil dibawah ini. Disarankan sajian gambar dnu digunakan program sketch-up ataupun dapat digunakan lainnnya seperti software AutoCAD.



**Gambar 1.1:** Sketsa perletakan alat alat ukur dan gambar kerja

Kedua : Persiapkan 2 (dua) buat alat ukur suhu dan kelembaban udara.

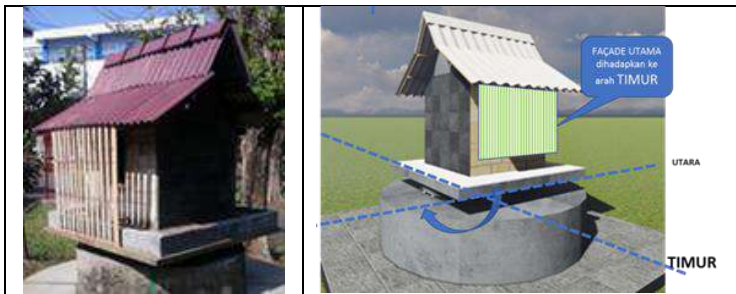
Ketiga : Persiapkan lembar kerja berupa ragam table/buku catatan. Cermati dan catat dalam lembar jurnal pengukuran, variable-variabel control yang ada dilapangan pada kurun waktu diperlukan, misal dari mana arah datang angin, apakah kondisi cuaca sesuai yang dikehendaki (hujan/cerah) dan lain-lain.

**Tabel 1.1:** Sistem Konstruksi Alat Peraga Modul 01

<b>ALAT PERAGA</b>	
Ukuran model	1.00m x 1.00m
Konstruksi dinding	½ batu bata

Pososite bukaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlet 30% luasan dinding depan</li> <li>• Outlet 10% luasan dinding belakang</li> </ul>
Konstruksi atap	Atap Kampung Srotong
Material atap	Asbes beton
<b>Orientasi Facade</b>	<b>TIMUR</b>
<b>Status obyek</b>	<b>Model dengan DS KREY BAMBU</b>
Lama pengukuran	24 jam
Interval pengukuran	(terekan secara otomatis- mohon disetting tiap 5 menit)
Waktu pengukuran (Awal dan akhir)	Dimulai pk 06.00 hingga 06.00 esok harinya)
Lokasi titik ukur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Di eksterior obyek (didepan)</li> <li>• Di interior obyek</li> </ul>

- Keempat: Menggunakan model alat peraga yang ada atau membuat ujud fisik konstruksi atap dengan material penutup atap asbes beton. Tahapan ini biasanya memerlukan waktu tersendiri diluar waktu tahap pengukuran.
- Kelima, Posisikan alat peraga dengan menempatkan orientasi façade utama model kea rah Timur. Karena model telah dibuat diatas rel putar, maka teknis pelaksanaan cukup hanya dengan memutar ke arah mata angin yang dikehendaki.



**Gambar 1.2:** Memposisikan Arah Façade Utama ke Timur.

## 2). Tahap Pengukuran

- Posisikan dengan benar, 2 (dua) alat ukur “temperature & Humidity Data Logger” (misal: BENETECH GM1365), yaitu pada bagian eksterior dan interior (lihat gambar visualisasi)
- Setting terlebih dulu durasi pencatatan ukur pada alat ini sebelum digunakan. Pengukuran akan dilakukan selama 24 jam (siang dan malam) dengan mensetting/ memposisikan interval pembacaan data



setiap 5 menit, sehingga akan didapatkan data ukur sebanyak  $12 \times 24 = 288$  data ukur/ alat ukur.

- Perletakan alat ini seyogyanya diletakan pada batang kecil atau digantungkan dengan benang. Hindari dan lindungi posisi alat ukur dari terpaan panas yang berlebihan atau basah terkena air hujan serta mengubah/menyentuh secara fisik. (lihat gambar dibawah ini)



**Gambar 1.3:** Penempatan alat thermal data logger pada obyek Rumah Model

- Operasionalkan alat ukur data logger ini dengan menekan tekan ON diusahakan bersamaan pada semua alat ukur yang digunakan. Alat ukur ini akan merekam secara otomatis dan digital selama digunakan, hanya saja pastikan atau periksalah secara periodic-agar terhindar kejadian ERROR (misal layar LEDnya mati). Karena kesalahan ini akan berakibat dalam pengukuran ulang.

**Tabel 1.2 :** Definisi variable titik ukur untuk perhitungan Kinerja Termal

			<b>Notasi Model</b>
<b>variabel bebas</b>	eksterior (T0)	Suhu	<b>Tex</b>
(suhu&kelembaban)		kelembaban	<b>Hex</b>
	interior (T02)	Suhu	<b>Tin</b>
		kelembaban	<b>Hin</b>
<b>Variabel terikat</b>			
(Kinerja termal)	aspek suhu	Kt (suhu)	<b>Kt-suhu</b>
	aspek kelemb	Kh (kelembaban)	<b>Kt-lembab</b>

- Lakukan pengamatan berkala pula dengan mengisi journal laporan pengamatan (cek lampiran)
- Setelah proses pengukuran selesai, cabut alat ukur dari tempatnya dan posisikan OFF.

- Untuk pengambilan data ukur, dapat dipergunakan PC atau Laptop yang telah terinstal program software alat tersebut. Data dalam bentuk tabulasi excele telah diap untuk di lakukan pengolahan data dan Analisa data.

**Tabel 1.3** : Distribusi titik ukur dan perolehana data pengukuran

Hari	Orientasi	Titik Ukur Eksterior (alat ukur -01) DI DEPAN KREY BAMBU	Titik Ukur Interior (alat ukur -02)
01	TIMUR (MODEL-01)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur <math>T_{ex-01}</math></li> <li>• Data ukur <math>H_{ex-01}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur <math>T_{in-01}</math></li> <li>• Data ukur <math>H_{in-01}</math></li> </ul>

### 3). Tahap Perhitungan Kinerja Termal

- Data ukur akan tersaji dalam tampilan grafik dan tabel excel, yang merekam profil pengukuran suhu udara dan kelembaban udara.
- Data hasil pengukuran mentah ini selanjutnya akan kita gunakan sebagai bahan untuk perhitungan Kinerja Termalnya dengan menggunakan table terlampir (cek table perhitungan).
- Simak dan pelajari profil kinerja termal dari hasil perhitungan tersebut dan sajikan dalam bentuk table/grafik batang untuk kemudian siap dilakukan tahap Analisa.

## E. TABEL DATA

**Tabel 1.A:** Data Pengukuran pada Titik Eksterior ( $T_{ex}$  dan  $H_{ex}$ ) dan Data Pengukuran pada Titik Interior ( $T_{in}$  dan  $H_{in}$ )

<b>TITIK UKUR 01 (EKSTERIOR)- DEPAN KREY BAMBU</b>				
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR ( $T_{ex}$ ) °C	Kelembaban udara EKSTERIOR ( $H_{ex}$ ) %
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
n				
...				

<b>TITIK UKUR 02 (INTERIOR)</b>				
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara INTERIOR ( $T_{in}$ ) °C	Kelembaban udara INTERIOR ( $H_{in}$ ) %
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
n				
...				

**Tabel 1.B:** Data Perhitungan selisih Suhu Udara ( $T_{ex} - T_{in}$ ) dan Data Perhitungan selisih Kelembaban Udara ( $H_{ex} - H_{in}$ )

KINERJA TERMAL (aspek suhu)					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR ( $T_{ex}$ ) °C	Suhu udara INTERIOR ( $T_{in}$ ) °C	Selisih ( $T_{ex}-T_{in}$ ) °C
			(a)	(b)	(a)-(b)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
n					
....					
KINERJA TERMAL (aspek kelembaban)					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Kelembaban Udara EKSTERIOR ( $H_{ex}$ ) %	Kelembaban Udara INTERIOR ( $H_{in}$ ) %	Selisih ( $H_{ex}-H_{in}$ ) %
			(a)	(b)	(a)-(b)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
n					
...					

## F. JURNAL PENGUKURAN

**Tabel 1.C:** Data Pengukuran pada Titik Eksterior ( $T_{ex}$  dan  $H_{ex}$ )

**PENGAMBILAN DATA LAPANGAN (MODUL 01)**

JUDUL PENELITIAN : .....

KETUA DAN ANGGOTA : .....

LOKASI OBYEK : .....

HARI/TANGGAL : .....

OBYEK PENGUKURAN : .....

bentuk atap : **KAMPUNG SROTONG**

material atap : **ASBES BETON \*)** bisa alternatif lain

Model Double Skin : **Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Horisontal**

Orientasi : **TIMUR**

SITUASI CUACA : .....

PETUGAS PENGUKUR : .....

POSISI TITIK : TITIK UKUR EKSTERIOR ( $T_{ex}$ )

**TITIK UKUR 01 (EKSTERIOR)**

No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR ( $T_{ex}$ ) °C	Kelembaban udara EKSTERIOR ( $H_{ex}$ ) %	Catatan *)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
n					
...					

\*) catatan :  
 catat dengan detail setiap tahapan waktu, misal kondisi perubahan cuaca dll

ttd pengesahan pengukuran

Ketua Peneliti

(.....)

**Tabel 1.D:** Data Pengukuran pada Titik Interior ( $T_{in}$  dan  $H_{in}$ )

**PENGAMBILAN DATA LAPANGAN (MODUL 01)**

JUDUL PENELITIAN : .....

KETUA DAN ANGGOTA : .....

LOKASI OBYEK : .....

HARI/TANGGAL : .....

OBYEK PENGUKURAN : .....

bentuk atap : **KAMPUNG SROTONG**

material atap : **ASBES BETON \*)** bisa alternatif lain

Model Double Skin : **Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Horisontal**

Orientasi : **TIMUR**

SITUASI CUACA : .....

PETUGAS PENGUKUR : .....

**POSISI TITIK** : TITIK UKUR INTERIOR ( $T_{in}$ )

No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara INTERIOR ( $T_{in}$ ) °C	Kelembaban udara INTERIOR ( $H_{in}$ ) %	Catatan *)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
n					
...					

\*) catatan :

catat dengan detail setiap tahapan waktu, misal kondisi perubahan cuaca dll

ttd pengesahan pengukuran

Ketua Peneliti

(.....)

## **G. PENUTUP**

Pengembangan praktikum ini dapat dilakukan dengan memvariasikan aspek-aspek media ukur lainnya, misalnya terkait :

- Posisi kegiatan sekarang pada orientasi kearah TIMUR:
  - Pengembangan arah orientasi bisa divariasikan kearah 8 (depanan) arah mata angin, atau pada sudut-sudut tertentu.
  - Hal ini dapat dengan mudah dilakukan karena Model Alat Peraga ini dibuat diatas rel putar, sehingga model hanya cukup diputar.
- Posisi kegiatan sekarang pada penggunaan material DS dari Krey Bambu
  - Pengembangan ragam material Krey dapat divariasikan. Misal penggunaan Kayu, logam, Seng, beton dan lain sebagainya.
  - Perubahan penggantian material membutuhkan waktu persiapan, baik pengadaan bahan maupun teknis pelaksanaan.
- Posisi kegiatan sekarang pada penggunaan bentuk atap KAMPUNG SROTONG.
  - Pengembangan ragam bentuk atap dapat divariasikan. Misal penggunaan bentuk atap Tajuk, atap limasan dan lain sebagainya, sejauh ruangan tersebut masih memiliki ukuran ergonomi untuk atifitas penghuni didalamnya.
  - Perubahan penggantian material membutuhkan waktu persiapan, baik pengadaan bahan maupun teknis pelaksanaan.

Dari alternatif pengembangan tersebut diatas, penggunaan data table dan alat ukur masih bisa digunakan 2 (dua) buah saja-sejauh bila memang alat peraga hanya ada satu buah. Secara detail, pengembangan akan dibahas pada modul atau serial Modul Praktikum berikutnya



(sumber referensi : (Dekoruma 2019))

# MODUL 02

**Perbandingan Kinerja Termal antara  
Ruang hunian Rumah Tropis  
penggunaan DS krey bambu type  
horisontal menghadap Timur dengan  
Barat**



## **A. PENGANTAR**

Beberapa pertanyaan prinsip yang melatar belakangi perlunya dilakukan praktikum **MODUL 02**, dengan judul “*P Perbandingan Kinerja Termal antara Ruang hunian Rumah Tropis penggunaan DS krey bambu type horisontal menghadap Timur dengan Barat*”, diantaranya adalah :

- Seberapa jauh nilai Kinerja Termal pada suatu ruangan hunian dimana pada façade prinsipalnya menggunakan DS (Double Skin) atau SC (secondary Skin) yang menghadap kearah Timur dan Barat ?
- Seberapa perbedaan nilai Kinerja termalnya? Mana yang lebih nyaman?
- Kalau situasi didapat kondisi yang tidak nyaman, lalu bagaimana solusi disainnya?

Hal ini perlu dipahami, fenomena awal tahun 2020-pasca pandemic, banyak pemilik bangunan yang memiliki atau menginginkan penampilan disain façade utamanya menggunakan lapisan kedua berupa Krey (dari bambu ataupun material lainnya). Bagaimana solusi renovasinya dengan keberadaan/kendala variabel yang sdh terinstal/eksis namun masih berharap mendapatkan kenyamanan optimal.

## **B. TUJUAN PRAKTIKUM**

- Menganalisa kinerja termal ruangan dalam, dimana pada bagian depan/façade bangunan yang menghadap Timur menggunakan DS krey bambu dan yang menghadap Barat
- Memperbandingkan nilai Kinerja termal diantara keduanya untuk didapat solusi/diambil bahan penentu kebijakan disain.
- Merekomendasikan solusi bangunan tersebut, tanpa harus merubah kriteria tersebut agar ruangan terasa nyaman bagi penghuni dalam melakukan aktifitas didalamnya , baik pada pagi hingga malam hari

## **C. ALAT DAN BAHAN**

- Alat Peraga berupa Rumah Model dihadapkan ke arah Timur dan Barat
- Jenis DS adalah Krey Bambu
- Konstruksi bentuk Attic Atap Kampung Srotong
- Material bahan penutup atap Asbes Beton

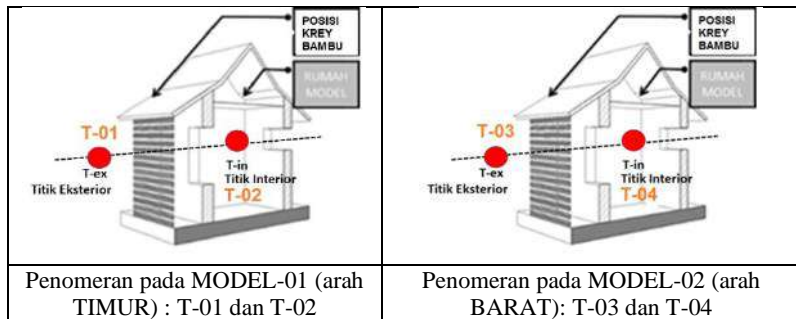
- 2 (dua) Alat ukur termal datalogger
- Camera
- Lembar kerja berupa table data ukur, table perhitungan dan table jurnal pengukuran

## D. PROSEDUR PERCOBAAN

### 1). Tahap Persiapan

Dalam tahapan ini, secara prinsip tidak jauh beda dari Modul 01.

Pertama: Membuat gambar sketsa yang diperlukan untuk dapat mengetahui atau memvisualkan terlebih dulu tahapan yang akan dikerjakan dilapangan nanti. Karena terdapat dua obyek. Diawali gambar pertama (arah Timur) dan gambar kedua (arah Barat). Untuk lebih jelas penomeran titik ukur ini lihat gambar dibawah.



**Gambar 2.1:** Sketsa penomeran alat ukur pada kedua gambar kerja

Kedua : Persiapkan 2 (dua) buah alat ukur suhu dan kelembaban udara.

Ketiga : Persiapkan lembar kerja berupa ragam table/buku catatan. Cermati dan catat dalam lembar jurnal pengukuran, variable-variabel control yang ada dilapangan pada kurun waktu diperlukan, misal dari mana arah datang angin, apakah kondisi cuaca sesuai yang dikehendaki (hujan/cerah) dan lain-lain.

Keempat: dengan menggunakan model alat peraga yang hanya tersedia 1 (satu) buah, maka untuk pengukuran berikutnya- lakukan dengan cara memutar/mengarahkan ke BARAT.

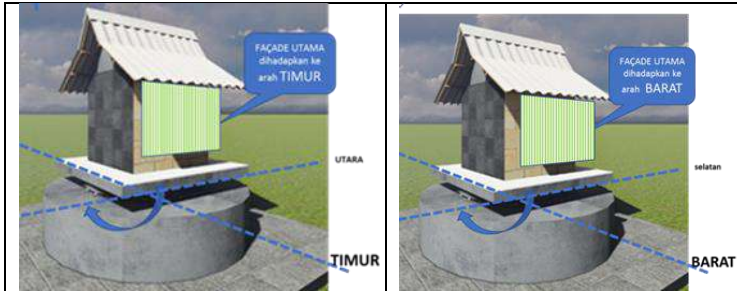
**Tabel 2.1:** Sistem Konstruksi Alat Peraga pada Modul-02

	<b>ALAT PERAGA</b>	
	<b>MODEL-01</b>	<b>MODEL-02</b>
Ukuran model	1.00m x 1.00m	1.00m x 1.00m
Konstruksi dinding	½ batu bata	½ batu bata
Pososite bukaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlet 30% luasan dinding depan</li> <li>• Outlet 10% luasan dinding belakang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlet 30% luasan dinding depan</li> <li>• Outlet 10% luasan dinding belakang</li> </ul>
Konstruksi atap	Atap Kampung Srotong	Atap Kampung Srotong
Materia atap	Asbes beton	Asbes beton
Orientasi façade utama	<b>TIMUR</b>	<b>BARAT</b>
<b>Status obyek</b>	<b>Façade utama menghadap TIMUR Dengan DS KREY BAMBU</b>	<b>Façade utama menghadap BARAT Dengan DS KREY BAMBU</b>
Lama pengukuran	24 jam	24 jam
Interval pengukuran	(terekam secara otomatis- mohon disetting tiap 5 menit)	(terekam secara otomatis- mohon disetting tiap 5 menit)
Waktu pengukuran (Awal dan akhir)	Dimulai pk 06.00 hingga 06.00 esok harinya)	Dimulai pk 06.00 hingga 06.00 esok harinya)
Lokasi titik ukur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Di eksterior obyek (didepan) (T-01)</li> <li>• Di interior obyek (T-02)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Di eksterior obyek (didepan) (T-03)</li> <li>• Di interior obyek (T-04)</li> </ul>

## 2). Tahap Pengukuran

- Posisikan dengan benar, 2 (dua) alat ukur “temperature & Humidity Data Logger” (misal: BENETECH GM1365), yaitu pada bagian eksterior dan interior dengan tidak lupa membuat penomeran yang berbeda : T-01, T-02, T-03 dan T-04 (agar data ukur nanti tidak tertukar))
- Setting terlebih dulu durasi pencatatan ukur untuk waktu kerja 24 jam (siang dan malam) dengan interval pembacaan data setiap 5 menit, sehingga akan didapatkan data ukur sebanyak  $12 \times 24 = 288 \times 2$  pengukuran data ukur/ alat ukur atau akan didapatkan data ukur 576 data.

Operasionalkan alat ukur data logger ini dengan benar dan lakukan pengecekan secara periodid.



**Gambar 2.2:** Memposisikan Arah Façade Utama ke Timur.

- Data dalam bentuk tabulasi excel dan grafik pada tahapan modul ini akan diperoleh 4 data ukur. Berilah penomeran dengan benar agar tidak tertukar. Dan lakukan Pengolahan data dan Analisa data, dimana tahapan yang terpenting adalah penganalisaan perbandingan diantara keduanya (lihat table yang telah disediakan).

**Tabel 2.2 :** Definisi variable titik ukur untuk perhitungan Kinerja Termal

			MODEL-01	MODEL-02
			Orientasi TIMUR	Orientasi BARAT
variabel bebas	eksterior (T01)&(T03)	Suhu	Tex-01	Tex-02
(suhu&kelembaban)		kelembaban	Hex-01	Hex-02
	interior ATTIC (T02)&(T04)	Suhu	Tin-01-attic	Tin-02-attic
		kelembaban	Hin-01-attic	Hin-02-attic
Variabel terikat				
(Kinerja termal)	aspek suhu	Kt (suhu)	Kt-suhu-01	Kt-suhu-02
	aspek kelembaban	Kh (kelembaban)	Kt-lembab-01	Kt-lembab-02

Keterangan :

T = titik Ukur, ex/in= lokasi titik ukur, 01/02 = Model

**Tabel 2.3 :** Distribusi titik ukur dan perolehana data pengukuran

Hari	Orientasi	Titik Ukur Eksterior (alat ukur -01)	Titik Ukur Interior (alat ukur -02)
Pertama	TIMUR (MODEL-01)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tex-01</li> <li>• Data ukur Hex-01</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tin-01</li> <li>• Data ukur Hin-01</li> </ul>
Kedua	BARAT (MODEL-02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tex-02</li> <li>• Data ukur Hex-02</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tin-02</li> <li>• Data ukur Hin-02</li> </ul>

### **3). Tahap Perhitungan Kinerja Termal**

- Data ukur akan tersaji dalam tampilan grafik dan tabel excel, yang merekam profil pengukuran suhu udara dan kelembaban udara.
- Data hasil pengukuran mentah ini selanjutnya akan kita gunakan sebagai bahan untuk perhitungan Kinerja Termalnya dengan menggunakan table terlampir (cek table perhitungan).
- Simak dan pelajari profil kinerja termal dari hasil perhitungan tersebut dan sajikan dalam bentuk table/grafik batang untuk kemudian siap dilakukan tahap Analisa.

## E. TABEL DATA

**Tabel 2.A:** Data Pengukuran pada Titik Eksterior ( $T_{ex}$  dan  $H_{ex}$ ) dan data Pengukuran pada Titik Interior ( $T_{in}$  dan  $H_{in}$ ) pada Model 01 dan Model 02

### TITIK UKUR 01 (EKSTERIOR)

MODEL DS KREY BAMBU DI SISI : (TIMUR) ; ( BARAT) \*silahkan pilih

No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR MODEL 01 ( $T_{ex-01}$ ) °C	Kelembaban udara EKSTERIOR MODEL 01 ( $H_{ex-01}$ ) %
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
n				
...				

### TITIK UKUR 02 (INTERIOR)

MODEL DS KREY BAMBU DI SISI : (TIMUR) ; ( BARAT) \*silahkan pilih

No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara INTERIOR MODEL 01 ( $T_{in-01}$ ) °C	Kelembaban udara INTERIOR MODEL 01 ( $H_{in-01}$ ) %
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
n				
...				

**Tabel 2.B:** Data Perhitungan selisih Suhu Udara ( $T_{ex} - T_{in}$ ) dan selisih Kelembaban Udara ( $H_{ex} - H_{in}$ ) pada Model 01.

PERHITUNGAN KINERJA TERMAL (aspek suhu udara)					
MODEL DS KREY BAMBU DI SISI : (TIMUR) ; ( BARAT) *silahkan pilih					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR-MODEL 01 ( $T_{ex-01}$ ) °C	Suhu udara INTERIOR MODEL 01 ( $T_{in-01}$ ) °C	Selisih ( $T_{ex01}-T_{in01}$ ) °C
			(a)	(b)	(a)-(b)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
...					
....					

PERHITUNGAN KINERJA TERMAL MODEL-01 (aspek kelembaban udara udara)					
MODEL DS KREY BAMBU DI SISI : (TIMUR) ; ( BARAT) *silahkan pilih					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Kelembaban Udara EKSTERIOR MODEL 01 ( $H_{ex-01}$ ) %	Kelembaban Udara INTERIOR MODEL 01 ( $H_{in-01}$ ) %	Selisih ( $H_{ex01}-H_{in01}$ ) %
			(a)	(b)	(a)-(b)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
n					
...					

**Tabel 2.C:** Data Perhitungan Perbandingan nilai Kinerja Termal antara Model-01 dan Model-02.

PERBANDINGAN KINERJA TERMAL ANTARA MODEL-01 dan MODEL-02 (aspek suhu udara)					
MODEL MENGGUNAKAN DS KREY BAMBU					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Kinerja Suhu Udara MODEL 01 (T <sub>kt-01</sub> ) °C	Kinerja Suhu Udara MODEL 02 (T <sub>kt-02</sub> ) °C	Selisih (T <sub>kt01</sub> -T <sub>kt02</sub> ) °C
			(a)	(b)	(a)-(b)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
...					

PERBANDINGAN KINERJA TERMAL ANTARA MODEL-01 dan MODEL-02 (aspek suhu udara)					
MODEL MENGGUNAKAN DS KREY BAMBU					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Kinerja Kelembaban Udara MODEL 01 (H <sub>kt-01</sub> ) %	Kinerja Kelembaban Udara MODEL 02 (H <sub>kt-02</sub> ) %	Selisih (H <sub>kt01</sub> -H <sub>kt02</sub> ) %
			(a)	(b)	(a)-(b)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
n					
...					



## F. JURNAL PENGUKURAN

**Tabel 2.D:** Data Pengukuran pada Titik Eksterior ( $T_{ex}$  dan  $H_{ex}$ ) dan data Pengukuran pada Titik Interior ( $T_{in}$  dan  $H_{in}$ ) untuk MODEL-01 dan MODEL-02

PENGAMBILAN DATA LAPANGAN (MODUL-02)					
<b>OBJEK</b>	: <b>MODEL 01 / MODEL 02</b> *)coret yg tidak perlu				
<b>HARI</b>	: <b>01/ 02/03</b> *) coret yang tidak perlu				
<b>JUDUL PENELITIAN</b>	: .....				
<b>KETUA DAN ANGGOTA</b>	: .....				
<b>LOKASI OBJEK</b>	: .....				
<b>HARI/TANGGAL</b>	: .....				
<b>OBJEK PENGUKURAN</b>	: .....				
	bentuk atap : KAMPUNG SROTONG				
	material atap : ASBES BETON				
	Model Double Skin : <b>Model dengan DS KREY BAMBUPola Horisontal</b>				
	Orientasi : <b>TIMUR</b> *) bisa alternatif lain				
<b>SITUASI CUACA</b>	: .....				
<b>PETUGAS PENGUKUR</b>	: .....				
<b>POSISI TITIK</b>	: TITIK UKUR EKSTERIOR ( $T_{ex-01}$ )				
TITIK UKUR 01 (EKSTERIOR)					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR ( $T_{ex-01}$ ) °C	Kelembaban udara EKSTERIOR ( $H_{ex-01}$ ) %	Catatan *)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
n					
...					
<b>POSISI TITIK</b>	: TITIK UKUR INTERIOR ( $T_{in-01}$ )				
TITIK UKUR 02 (INTERIOR)					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara INTERIOR ( $T_{in-01}$ ) °C	Kelembaban udara INTERIOR ( $H_{in-01}$ ) %	Catatan *)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
n					
...					
*) catatan :					
catat dengan detail setiap tahapan waktu, misal kondisi perubahan cuaca dll					
ttd pengesahan pengukuran					
Ketua Peneliti					
(.....)					

## **G. PENUTUP**

Pengembangan praktikum ini dapat dilakukan dengan memvariasikan aspek-aspek media ukur lainnya, misalnya terkait :

- Bilamana posisi kegiatan sekarang memperbandingkan orientasi timur dan Barat, maka alternatif pengembangannya :
  - Pengembangan arah orientasi bisa divariasikan pasangan dari kearah 8 (depanan) arah mata angin, atau pada sudut-sudut tertentu, misalnya Timur-Utara, Timur-Selatan dan seterusnya
  - Hal ini dapat dengan mudah dilakukan karena Model Alat Peraga ini dibuat diatas rel putar, sehingga model hanya cukup diputar.
- Bilamana kegiatan sekarang pada penggunaan Material DS dari Krey Bambu
  - Pengembangan ragam material Krey dapat divariasikan. Misal penggunaan Kayu, logam, Seng, beton dan lain sebagainya.
  - Perubahan penggantian material membutuhkan waktu persiapan, baik pengadaan bahan maupun teknis pelaksanaan.
- Dari alternatif-alternatif pengembangan-pengembangan tersebut diatas, penggunaan data table dan alat ukur masih bisa digunakan 2 (dua) buah saja dan pelaksanaan dilakukan pada beda hari. Untuk menentukan hari yang berbeda, maka pertimbangan pengamatan cuaca perlu diambil pada kondisi stabil/fluktuasinya tidak ekstrim. Fluktuasi ekstrim, misalnya hari pertama terang ada sinar matahari dan hari kedua hujan.



(sumber referensi : (Richard 2020)

# MODUL 03

**Perbandingan Kinerja Termal antara  
Ruang hunian Rumah Tropis  
penggunaan DS krey bambu type  
horisontal dengan beragam orientasi**

## A. PENGANTAR

Beberapa pertanyaan prinsip yang melatar belakangi perlunya dilakukan praktikum **MODUL 03**, dengan judul “*Perbandingan Kinerja Termal antara Ruang hunian Rumah Tropis penggunaan DS krey bambu type horisontal dengan beragam orientasi diantaranya :*

- Seberapa jauh nilai Kinerja Termal pada suatu ruangan hunian dimana pada façade prinsipalnya menggunakan DS (Double Skin) atau SC (secondary Skin) pada orientasi yang beragam?  
Hal ini bisa dijadikan salah satu pertimbangan saat kita hendak memilih lokasi rumah yang menggunakan DS dalam suatu kawasan perumahan, bukankah disana ‘menjual type’, artinya dengan type serupa namun berbeda/beragam orientasinya sesuai perencanaan tapaknya?
- Orientasi kearah mana yang menciptakan ruangan lebih nyaman? DS Krey Bambu pada bangunan menghadap Timur kah?, Barat?, Utara kah? Selatan kah ?
- Kalau situasi suatu rumah dengan DS bambu tertentu dimana hasil perhitungannya kondisi kinerja termal tidak menguntungkan/yang tidak nyaman, lalu bagaimana solusi disainnya?

## B. TUJUAN PRAKTIKUM

- Menganalisa kinerja termal ruangan dalam, dimana pada bagian depan/façade bangunan dengan menggunakan DS Krey bambu dan posisinya beragam orientasi mata angin.
- Merekomendasikan solusi disain bangunan yang ber DS Krey Bambu dengan orientasi dimanapun, tanpa harus merubah kriteria tersebut agar ruangan terasa nyaman bagi penghuni dalam melakukan aktifitas didalamnya , baik pada pagi hingga malam hari

## C. ALAT DAN BAHAN

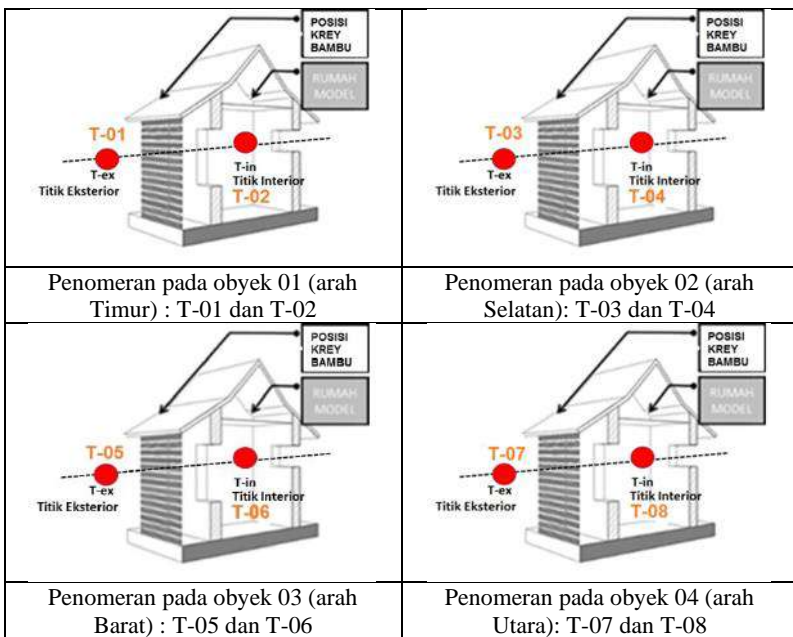
- Alat Peraga berupa Rumah Model yang nantinya akan dihadapkan ke arah manapun setelah setiap tahap arah selesai diukur.
- Jenis material DS adalah Krey Bambu
- Konstruksi bentuk Atap Kampung Srotong
- Material bahan penutup atap Asbes Beton

- 2 (dua) Alat ukur termal datalogger
- Camera
- Lembar kerja berupa table data ukur, table perhitungan dan table jurnal pengukuran

## D. PROSEDUR PERCOBAAN

### 1). Tahap Persiapan

Dalam tahapan ini, secara prinsip tidak jauh beda dari Modul 02.



**Gambar 3.1:** Sketsa penomeran alat ukur pada ke-empat gambar kerja

Pertama: Membuat gambar sketsa yang diperlukan untuk dapat mengetahui atau memvisualkan terlebih dulu tahapan yang akan dikerjakan dilapangan nanti. Karena terdapat empat obyek. Diawali gambar pertama (arah Timur) hingga gambar keempat (arah Selatan, Barat dan Utara). Untuk lebih jelas penomeran titik ukur ini lihat gambar dibawah.

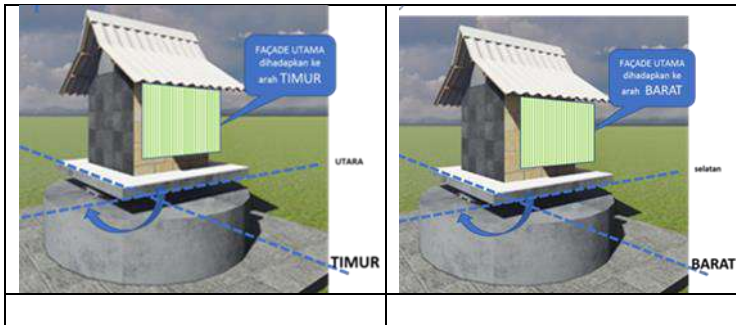
Kedua : Cukup persiapkan 2 (dua) buah alat ukur suhu dan kelembaban udara, karena alat ini akan digunakan secara bergantian.

Ketiga : Persiapkan lembar kerja berupa ragam table/buku catatan. Cermati dan catat dalam lembar jurnal pengukuran, variable-variabel control yang ada dilapangan pada kurun waktu diperlukan, misal dari mana arah datang angin, apakah kondisi cuaca sesuai yang dikehendaki (hujan/cerah) dan lain-lain.

**Tabel 3.1:** System Konstruksi Alat Peraga pada Modul-03

	<b>MODEL-01</b>	<b>MODEL-02</b>	<b>MODEL-03</b>	<b>MODEL-04</b>
Ukuran model	1.00m x 1.00m	1.00m x 1.00m	1.00m x 1.00m	1.00m x 1.00m
Konstruksi dinding	½ batu bata	½ batu bata	½ batu bata	½ batu bata
Pososite bukaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlet 30% luasan dinding depan</li> <li>• Outlet 10% luasan dinding belakang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlet 30% luasan dinding depan</li> <li>• Outlet 10% luasan dinding belakang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlet 30% luasan dinding depan</li> <li>• Outlet 10% luasan dinding belakang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlet 30% luasan dinding depan</li> <li>• Outlet 10% luasan dinding belakang</li> </ul>
Konstruksi atap	Atap Kampung Srotong	Atap Kampung Srotong	Atap Kampung Srotong	Atap Kampung Srotong
Materia atap	Asbes beton	Asbes beton	Asbes beton	Asbes beton
Status obyek	<b>Façade utama menghadap TIMUR Dengan DS KREY BAMBU</b>	<b>Façade utama menghadap UTARA Dengan DS KREY BAMBU</b>	<b>Façade utama menghadap BARAT Dengan DS KREY BAMBU</b>	<b>Façade utama menghadap SELATAN Dengan DS KREY BAMBU</b>
Lama pengukuran	24 jam	24 jam	24 jam	24 jam
Interval pengukuran	(terekan secara otomatis- mohon disetting tiap 5 menit)	(terekan secara otomatis- mohon disetting tiap 5 menit)	(terekan secara otomatis- mohon disetting tiap 5 menit)	(terekan secara otomatis- mohon disetting tiap 5 menit)
Waktu pengukuran (Awal dan akhir)	Dimulai pk 06.00 hingga 06.00 esok harinya)	Dimulai pk 06.00 hingga 06.00 esok harinya)	Dimulai pk 06.00 hingga 06.00 esok harinya)	Dimulai pk 06.00 hingga 06.00 esok harinya)
Lokasi titik ukur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Di eksterior obyek (didepan) (T-01)</li> <li>• Di interior obyek (T-02)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Di eksterior obyek (didepan) (T-03)</li> <li>• Di interior obyek (T-04)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Di eksterior obyek (didepan) (T-05)</li> <li>• Di interior obyek (T-06)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Di eksterior obyek (didepan) (T-07)</li> <li>• Di interior obyek (T-08)</li> </ul>

- Keempat: dengan menggunakan model alat peraga yang hanya tersedia 1 (satu) buah, maka untuk pengukuran berikutnya lakukan dengan cara memutar sejauh 90 ke arah kanan/kiri sesuai arah orientasi façade utama yang dikehendaki. Mohon dalam praktikum ini lakukan diawali arah TIMUR-SELATAN-BARAT dan terakhir UTARA.



**Gambar 3.2:** Memposisikan Arah Façade Utama ke empat arah mata angin.

## 2). Tahap Pengukuran

- Posisikan dengan benar, 2 (dua) alat ukur “temperature & Humidity Data Logger” (misal: BENETECH GM1365), yaitu pada bagian eksterior dan interior dengan tidak lupa membuat penomeran yang berbeda : dari T-01 hingga T-08 (agar data ukur nanti tidak tertukar))
- Setting terlebih dulu durasi pencatatan ukur untuk waktu kerja 24 jam (siang dan malam) dengan interval pembacaan data setiap 5 menit, sehingga akan didapatkan data ukur sebanyak  $12 \times 24 = 288 \times 4$  data ukur/ alat ukur atau akan didapatkan data ukur 1.152 data.
- Operasionalkan alat ukur data logger ini dengan benar dan lakukan pengecekan secara periodic. (pada pengukuran yang lebih dari 1 kali/sehari, sangat disarankan gunakan baterai baru)
- Data dalam bentuk tabulasi excel dan grafik pada tahapan modul ini akan diperoleh 8 (delapan) data ukur, yang terdiri dari 4 tabel data suhu udara dan 4 tabel data kelembaban udara. Berilah penomeran dengan benar agar tidak tertukar. Dan lakukan Pengolahan data dan Analisa data, dimana tahapan yang terpenting adalah penganalisaan perbandingan diantara keduanya (lihat table yang telah disediakan).



**Tabel 3.2 :** Definisi variable titik ukur untuk perhitungan Kinerja Termal

			MODEL-01	MODEL-02	MODEL-03	MODEL-04
			TIMUR	SELATAN	BARAT	UTARA
variabel bebas	eksterior (T01)	Suhu	Tex-01	Tex-02	Tex-03	Tex-04
(suhu&kelembaban)		kelembaban	Hex-01	Hex-02	Hex-03	Hex-04
	interior (T02)	Suhu	Tin-01	Tin-02	Tin-03	Tin-04
		kelembaban	Hin-01	Hin-02	Hin-03	Hin-04
Variabel terikat						
(Kinerja termal)	aspek suhu	Kt (suhu)	Kt-suhu-01	Kt-suhu-02	Kt-suhu-03	Kt-suhu-04
	aspek kelembaban	Kh (kelembaban)	Kt-lembab-01	Kt-lembab-02	Kt-lembab-03	Kt-lembab-04

Keterangan :

T = titik Ukur, ex/in= lokasi titik ukur, 01/02 = Model

**Tabel 3.3 :** Distribusi titik ukur dan perolehana data pengukuran

Hari	Orientasi	Titik Ukur Eksterior (alat ukur -01)	Titik Ukur Interior ATTIC (alat ukur -02)
Pertama	TIMUR (MODEL-01)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tex-01</li> <li>• Data ukur Hex-01</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tin-01</li> <li>• Data ukur Hin-01</li> </ul>
Kedua	SELATAN (MODEL-02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tex-02</li> <li>• Data ukur Hex-02</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tin-02</li> <li>• Data ukur Hin-02</li> </ul>
Ketiga	BARAT (MODEL-01)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tex-03</li> <li>• Data ukur Hex-03</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tin-03</li> <li>• Data ukur Hin-03</li> </ul>
Keempat	UTARA (MODEL-02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tex-04</li> <li>• Data ukur Hex-04</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tin-04</li> <li>• Data ukur Hin-04</li> </ul>

### 3). Tahap Perhitungan Kinerja Termal

- Data ukur akan tersaji dalam tampilan grafik dan tabel excel, yang merekam profil pengukuran suhu udara dan kelembaban udara.
- Data hasil pengukuran mentah ini selanjutnya akan kita gunakan sebagai bahan untuk perhitungan Kinerja Termalnya dengan menggunakan table terlampir (cek table perhitungan).
- Simak dan pelajari profil kinerja termal dari hasil perhitungan tersebut dan sajikan dalam bentuk table/grafik batang untuk kemudian siap dilakukan tahap Analisa.
- Kecermatan menganalisa perbandingan nilai kinerja termal terhadap obyek yang berbeda orientasi, merupakan modal penting dalam mengambil kesimpulan.

## E. TABEL DATA

**Tabel 3.A:** Data Pengukuran pada Titik Eksterior (Tex-1 dan Hex-1) dan Titik Interior (Tin-1 dan Hin-1)-untuk seluruh MODEL

<b>TITIK UKUR 01-(EKSTERIOR)</b>				
<b>ORIENTASI MODEL : (TIMUR); (SELATAN); (BARAT); (UTARA) * pilih salah satu</b>				
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR MODEL 01 (Tex-01) °C	Kelembaban udara EKSTERIOR MODEL 01 (Hex-01) %
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
n				
...				

<b>TITIK UKUR 02- (INTERIOR)</b>				
<b>ORIENTASI MODEL : (TIMUR); (SELATAN); (BARAT); (UTARA) * pilih salah satu</b>				
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara INTERIOR MODEL 01 (Tin-01) °C	Kelembaban udara INTERIOR MODEL 01 (Hin-01) %
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
n				
...				

**Tabel 3.B:** Data Perhitungan selisih Suhu Udara ( $T_{ex} - T_{in}$ ) dan selisih Kelembaban Udara ( $H_{ex} - H_{in}$ ) pada Model 01.

PERHITUNGAN KINERJA TERMAL (aspek suhu udara)					
ORIENTASI MODEL : (TIMUR); (SELATAN); (BARAT); (UTARA) * pilih salah satu					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR-MODEL 01 ( $T_{ex-01}$ ) °C	Suhu udara INTERIOR MODEL 01 ( $T_{in-01}$ ) °C	Selisih ( $T_{ex01}-T_{in01}$ ) °C
			(a)	(b)	(a)-(b)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
...					
....					

PERHITUNGAN KINERJA TERMAL (aspek kelembaban udara udara)					
ORIENTASI MODEL : (TIMUR); (SELATAN); (BARAT); (UTARA) * pilih salah satu					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Kelembaban Udara EKSTERIOR MODEL 01 ( $H_{ex-01}$ ) %	Kelembaban Udara INTERIOR MODEL 01 ( $H_{in-01}$ ) %	Selisih ( $H_{ex01}-H_{in01}$ ) %
			(a)	(b)	(a)-(b)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
n					
...					

**Tabel 3.C:** Data Perhitungan Perbandingan nilai Kinerja Termal antara keseluruhan model (Model-01, Model-02, Model-03 dan Model-04) untuk aspek suhu udara.

PERBANDINGAN KINERJA TERMAL ANTARA KEEMPAT (aspek suhu udara)													
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Kinerja Suhu Udara MODEL 01 (Tkt-01) °C	Kinerja Suhu Udara MODEL 02 (Tkt-02) °C	Kinerja Suhu Udara MODEL 03 (Tkt-03) °C	Kinerja Suhu Udara MODEL 04 (Tkt-04) °C	Selisih 01	Selisih 02	Selisih 03	Selisih 04	Selisih 05	Selisih 06	Selisih 07
			(a)	(b)	(c)	(d)	(a)-(b)	(a)-(c)	(a)-(d)	(a)-(e)	(b)-(c)	(b)-(d)	(c)-(d)
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
...													

**Tabel 3.D:** Data Perhitungan Perbandingan nilai Kinerja Termal antara keseluruhan model (Model-01, Model-02, Model-03 dan Model-04) untuk aspek kelembaban udara.

PERBANDINGAN KINERJA TERMAL ANTARA KEEMPAT MODEL (aspek kelembaban udara)													
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Kinerja Kelembaban Udara MODEI 01 (Hkt-01) %	Kinerja Kelembaban Udara MODEI 02 (Hkt-02) %	Kinerja Kelembaban Udara MODEI 03 (Hkt-03) %	Kinerja Kelembaban Udara MODEI 04 (Hkt-04) %	Selisih 01	Selisih 02	Selisih 03	Selisih 04	Selisih 05	Selisih 06	Selisih 07
			(a)	(b)	(c)	(d)	(a)-(b)	(a)-(c)	(a)-(d)	(a)-(e)	(b)-(c)	(b)-(d)	(c)-(d)
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
n													
...													

## F. JURNAL PENGUKURAN

**Tabel 3.E:** Data Pengukuran pada Titik Eksterior ( $T_{ex}$  dan  $H_{ex}$ ) dan Titik Interior ( $T_{in}$  dan  $H_{in}$ ) untuk semua MODEL

### PENGAMBILAN DATA LAPANGAN (MODUL-03)

**OBJEK** : MODEL-01/M-02/M-03/M-04 \*)coret yg tidak perlu

**HARI** : 01/ 02/03/04/05/06/07/08/09/10 \*) coret yang tidak perlu

**JUDUL PENELITIAN** : .....

**KETUA DAN ANGGOTA** : .....

**LOKASI OBJEK** : .....

**HARI/TANGGAL** : .....

**OBJEK PENGUKURAN** : .....

bentuk atap : KAMPUNG SROTONG

material atap : ASBES BETON \*) bisa alternatif lain

Model Double Skin : Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Horizontal

Orientasi \*) pilih

yang sesuai :

1). Orientasi façade ke arah TIMUR

2). Orientasi façade ke arah SELATAN

3). Orientasi façade ke arah BARAT

4). Orientasi façade ke arah UTARA

**SITUASI CUACA** : .....

**PETUGAS PENGUKUR** : .....

**POSISI TITIK** : TITIK UKUR EKSTERIOR ( $T_{ex-01}$ )

#### TITIK UKUR 01 (EKSTERIOR)

No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR ( $T_{ex-01}$ ) °C	Kelembaban udara EKSTERIOR ( $H_{ex-01}$ ) %	Catatan *)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
n					
...					

**POSISI TITIK** : TITIK UKUR INTERIOR ( $T_{in-01}$ )

#### TITIK UKUR 02 (INTERIOR)

No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara INTERIOR ( $T_{in-01}$ ) °C	Kelembaban udara INTERIOR ( $H_{in-01}$ ) %	Catatan *)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
n					
...					

\*) catatan :

catat dengan detail setiap tahapan waktu, misal kondisi perubahan cuaca dll

ttd pengesahan pengukuran

Ketua Peneliti

(.....)

## G. PENUTUP

Pengembangan praktikum ini dapat dilakukan dengan memvariasikan aspek-aspek media ukur lainnya, diantaranya terkait:

- Bilamana posisi kegiatan sekarang menganalisa masing-masing dan memperbandingkan diantara ragam orientasi mata anginnya, maka alternatif pengembangannya adalah memberbandingkan diantara dua atau multi variable.
  - Memperbandingkan dua variable, sebagaimana pada Modul 2, sedangkan memperbandingkan multi variable, bisa dilakukan 3 atau lebih orientasi yang berbeda.
- Pengembangan ragam material DS dari material selain DS Krey Bambu, ivariasikan. Misal
  - Pengembangan ragam material Krey dapat divariasikan. Misal penggunaan Kayu, logam, Seng, beton dan lain sebagainya.
  - Perubahan penggantian material membutuhkan waktu persiapan, baik pengadaan bahan maupun teknis pelaksanaan.

Dari alternatif-alternatif pengembangan-pengembangan tersebut diatas, penggunaan data table dan alat ukur masih bisa digunakan 2 (dua) buah saja, karena pelaksanaan beda hari, hanya saja yakinkan kondisi bateraynya dalam keadaan prima (disarankan lakukan pergantian battery baru saat kegiatan awal dilakukan-karena kejadian ERROR pada perjalanan pengukuran-akan berakibat pergantian hari/pengukuran ulang). Untuk menentukan hari yang berbeda, maka pertimbangan pengamatan cuaca perlu diambil pada kondisi stabil/fluktuasinya tidak ekstrim. Fluktuasi ekstrim, misalnya hari pertama terang ada sinar matahari dan hari kedua hujan. Yakinkan pelaksanaan praktikum modul ini, telah dikaji bahwa kondisi iklim dalam rentang 7 hari/ seminggu sangatlah stabil. Jangan lakukan praktikum modul ini pada musim pancaroba.



sumber referensi : (canopi 2017)

# MODUL 04

Perbandingan Kinerja Termal Ruang  
hunian Rumah Tropis antara  
penggunaan DS krey bambu type  
horisontal dengan vertical



## A. PENGANTAR

Beberapa pertanyaan prinsip yang melatar belakangi perlunya dilakukan praktikum **MODUL 04**, dengan judul “*Perbandingan Kinerja Termal Ruang hunian Rumah Tropis antara penggunaan DS krey bambu type Horisontal dengan Vertical*”, diantaranya :

- Seberapa jauh nilai Kinerja Termal pada suatu ruangan hunian dimana pada façade prinsipalnya menggunakan DS (Double Skin) atau SC (secondary Skin) dengan material Krey Bambu pola HORIZONTAL dan pola VERTIKAL? Hal ini bisa dijadikan salah satu pertimbangan saat kita hendak memilih rumah yang berpenampilan/ menggunakan DS berpola Horisontal ataupun Vertikal, biasanya hanya melihat tampilan bentuk Tampilan façade Eksteriornya, tanpa berkesempatan mengetahui efek kinerja termal yang terjadi (memang terkadang Asesoris Tampilan/pola DS memberi kesan nilai mahal harga suatu Rumah), apakah demikian hasil nilai Kinerja Termalnya?.
- Bilakah lokasi perumahan didaerah tepi pantai (panas) dan pegunungan (dingin), pilihan penggunaan material manakah yang tepat ?
- Kalau situasi suatu Rumah pada kondisi kinerja termal tidak menguntungkan/yang tidak nyaman, lalu bagaimana solusi disainnya?

## B. TUJUAN PRAKTIKUM

- Menganalisa profil atau karakteristik kinerja termal ruangan Rumah Tropis yang menggunakan DS Krey bambu berpola Horisontal dan berpola Vertikal.
- Merekomendasikan solusi disain bangunan tersebut dengan keberadaan perlu atau tidaknya menggunakan ventilasi dimanapun lokasi perumahannya (baik di kota, desa, tepi pantai ataupun di gunung), tanpa harus merubah kriteria tersebut agar ruangan terasa nyaman bagi penghuni dalam melakukan aktifitas didalamnya, baik pada pagi hingga malam hari

### C. ALAT DAN BAHAN

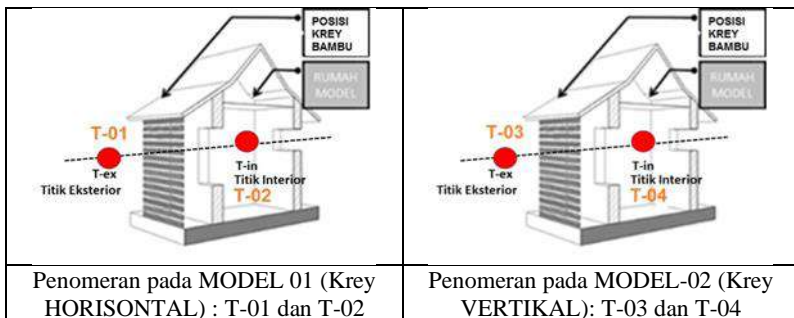
- Alat Peraga berupa Rumah Model yang menggunakan DS Krey Bambu berpola Horisontal dan Vertikal, dengan arah hadap principal tetap kearah Timur.
- Jenis material DS adalah Krey Bambu
- Konstruksi 1 atap Kampung Srotong
- Material abhan penutup atap adalah Asbes Beton
- 2 (dua) Alat ukur termal datalogger
- Camera
- Lembar kerja berupa table data ukur, table perhitungan dan table jurnal pengukuran

### D. PROSEDUR PERCOBAAN

#### 1). Tahap Persiapan

Dalam tahapan ini, secara prinsip tidak jauh beda dari Modul 02.

Pertama: Membuat gambar sketsa yang diperlukan untuk dapat mengetahui atau memvisualkan terlebih dulu tahapan yang akan dikerjakan dilapangan nanti. Secara prinsip ada dua obyek. Gambar pertama adalah obyek dengan DS Krey Bambu Horisontal dan gambar kedua DS Krey Bambu dengan pola Vertikal. Untuk lebih jelas penomeran titik ukur ini lihat gambar dibawah.



**Gambar 4.1:** Sketsa penomeran alat ukur pada gambar kerja obyekAttic Rumah model Krey Horisontal dan Vertikal

Kedua : cukup persiapkan 2 (dua) buat alat ukur suhu dan kelembaban udara, karena alat ini akan digunakan secara bergantian.

Ketiga : Persiapkan lembar kerja berupa ragam table/buku catatan. Cermati dan catat dalam lembar jurnal pengukuran, variable-variabel control yang ada dilapangan pada kurun waktu diperlukan, misal dari mana arah datang angin, apakah kondisi cuaca sesuai yang dikehendaki (hujan/cerah) dan lain-lain.

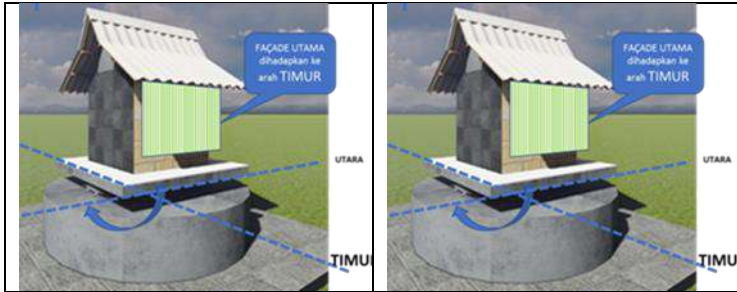
**Tabel 4.1:** Sistem konstruksi Alat Peraga pada Modul 04

	<b>ALAT PERAGA</b>	
	<b>MODEL-01</b> DS Krey Bambu HORIZONTAL	<b>MODEL-02</b> DS Krey Bambu VERTIKAL
Ukuran model	1.00m x 1.00m	1.00m x 1.00m
Konstruksi dinding	½ batu bata	½ batu bata
Pososite bukaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlet 30% luasan dinding depan</li> <li>• Outlet 10% luasan dinding belakang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlet 30% luasan dinding depan</li> <li>• Outlet 10% luasan dinding belakang</li> </ul>
Konstruksi atap	Atap Kampung Srotong	Atap Kampung Srotong
Orientasi Façade prinsipal	Timur	Timur
Material atap	Asbes Beton	Asbes Beton
Status obyek	<b>DS Krey Bambu pola HORIZONTAL</b>	<b>DS Krey Bambu pola VERTIKAL</b>
Lama pengukuran	24 jam	24 jam
Interval pengukuran	(terekam secara otomatis- mohon disetting tiap 5 menit)	(terekam secara otomatis- mohon disetting tiap 5 menit)
Waktu pengukuran (Awal dan akhir)	Dimulai pk 06.00 hingga 06.00 esok harinya)	Dimulai pk 06.00 hingga 06.00 esok harinya)
Lokasi titik ukur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Di eksterior obyek (didepan) (T-01)</li> <li>• Di interior obyek (T-02)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Di eksterior obyek (didepan) (T-03)</li> <li>• Di interior obyek (T-04)</li> </ul>

- Keempat: dengan menggunakan model alat peraga yang hanya tersedia 1 (satu) buah alat peraga, maka untuk pengukuran berikutnya- lakukan dengan cara menggantian. Tahap awal adalah pengukuran Attic berventilasi kemudian dilanjut

pengukuran kedua, dimana konstruksi atap dan orientasi facadenya tetap (Kampung Strotong-ke arah Timur).

- Kelima : Pergantian ini tentunya membutuhkan waktu tidak perlu lama dibanding sekedar memutar obyek (seperti modul 01, 02 dan 03), untuk itu lakukan jeda pengukuran seminimal mungkin harinya, karena pada obyek tahapan berikutnya posisi Attic cukup ditutup.



**Gambar 4.2:** Visual dari obyek dengan Krey Horizontal dan Vertikal, dimana keduanya menghadap ke Timur

## 2). Tahap Pengukuran

- Posisikan dengan benar, 2 (dua) alat ukur “temperature & Humidity Data Logger” (misal: BENETECH GM1365), yaitu pada bagian eksterior dan interior dengan tidak lupa membuat penomeran yang berbeda : dari T-01 hingga T-04 (agar data ukur nanti tidak tertukar))
- Setting terlebih dulu durasi pencatatan ukur untuk waktu kerja 24 jam (siang dan malam) dengan interval pembacaan data setiap 5 menit, sehingga akan didapatkan data ukur sebanyak  $12 \times 24 = 288 \times 2$  data ukur/ alat ukur atau akan didapatkan data ukur 576 data.

**Tabel 4.2 :** Definisi variable titik ukur untuk perhitungan Kinerja Termal

			MODEL-01	MODEL-02
			KREY BAMB HORISONTAL	KREY BAMB VERTIKAL
variabel bebas	eksterior (T01)	Suhu	Tex-01	Tex-02
(suhu&kelembaban)		kelembaban	Hex-01	Hex-02
	interior (T02)	Suhu	Tin-01	Tin-02
		kelembaban	Hin-01	Hin-02
Variabel terikat				
(Kinerja termal)	aspek suhu	Kt (suhu)	Kt-suhu-01	Kt-suhu-02
	aspek kelembab	Kh (kelembaban)	Kt-lembab-01	Kt-lembab-02

Keterangan :

T = titik Ukur, ex/in= lokasi titik ukur, 01/02 = Model

- Operasionalkan alat ukur data logger ini dengan benar dan lakukan pengecekan secara periodic. (pada pengukuran yang lebih dari 1 kali/sehari, sangat disarankan gunakan baterai baru)
- Data dalam bentuk tabulasi excel dan grafik pada tahapan modul ini akan diperoleh 4 (empat) data ukur, yang terdiri dari 2 tabel data suhu udara dan 2 tabel data kelembaban udara. Berilah penomoran dengan benar agar tidak tertukar. Dan lakukan Pengolahan data dan Analisa data, dimana tahapan yang terpenting adalah penganalisaan perbandingan diantara keduanya (lihat table yang telah disediakan).

**Tabel 4.3** : Distribusi titik ukur dan perolehana data pengukuran

Hari	Orientasi	Titik Ukur Eksterior (alat ukur -01)	Titik Ukur Interior (alat ukur -02)
Pertama	<b>TIMUR</b> (MODEL-01)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tex-01</li> <li>• Data ukur Hex-01</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tin-01</li> <li>• Data ukur Hin-01</li> </ul>
Ketiga	<b>TIMUR</b> (MODEL-02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tex-02</li> <li>• Data ukur Hex-02</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tin-02</li> <li>• Data ukur Hin-02</li> </ul>

### 3). Tahap Perhitungan Kinerja Termal

- Data ukur akan tersaji dalam tampilan grafik dan tabel excel, yang merekam profil pengukuran suhu udara dan kelembaban udara.
- Data hasil pengukuran mentah ini selanjutnya akan kita gunakan sebagai bahan untuk perhitungan Kinerja Termalnya dengan menggunakan table terlampir (cek table perhitungan).
- Simak dan pelajari profil kinerja termal dari hasil perhitungan tersebut dan sajikan dalam bentuk table/grafik batang untuk kemudian siap dilakukan tahap Analisa.
- Kecermatan menganalisa perbandingan nilai kinerja termal terhadap obyek yang berbeda orientasi, merupakan modal penting dalam mengambil kesimpulan.

## E. TABEL DATA

**Tabel 4.A:** Data Pengukuran pada Titik Eksterior ( $T_{ex}$  dan  $H_{ex}$ ) dan Titik Interior ( $T_{in}$  dan  $H_{in}$ ) untuk Model 01 dan MODEL-02

### TITIK UKUR 01- (EKSTERIOR)

DS KREY BAMBU : (POLA HORIZONTAL); (POLA VERTIKAL) \*pilih salah satu

No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR MODEL 01 ( $T_{ex-01}$ ) °C	Kelembaban udara EKSTERIOR MODEL 01 ( $H_{ex-01}$ ) %
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
n				
...				

### TITIK UKUR 02 (INTERIOR)

DS KREY BAMBU : (POLA HORIZONTAL); (POLA VERTIKAL) \*pilih salah satu

No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara INTERIOR MODEL 01 ( $T_{in-01}$ ) °C	Kelembaban udara INTERIOR MODEL 01 ( $H_{in-01}$ ) %
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
n				
...				

**Tabel 4.B:** Data Perhitungan selisih Suhu Udara ( $T_{ex} - T_{in}$ ) dan Kelembaban Udara ( $H_{ex} - H_{in}$ ) untuk Model 01 dan MODEL-02

PERHITUNGAN KINERJA TERMAL (aspek suhu udara)					
DS KREY BAMBU : (POLA HORIZONTAL); (POLA VERTIKAL) * pilih salah satu					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR-MODEL 01 ( $T_{ex-01}$ ) °C	Suhu udara INTERIOR MODEL 01 ( $T_{in-01}$ ) °C	Selisih ( $T_{ex01}-T_{in01}$ ) °C
			(a)	(b)	(a)-(b)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
...					
....					

PERHITUNGAN KINERJA TERMAL (aspek kelembaban udara udara)					
DS KREY BAMBU : (POLA HORIZONTAL); (POLA VERTIKAL) * pilih salah satu					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Kelembaban Udara EKSTERIOR MODEL 01 ( $H_{ex-01}$ ) %	Kelembaban Udara INTERIOR MODEL 01 ( $H_{in-01}$ ) %	Selisih ( $H_{ex01}-H_{in01}$ ) %
			(a)	(b)	(a)-(b)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
n					
...					





## F. JURNAL PENGUKURAN

**Tabel 4.D:** Data Pengukuran pada Titik Eksterior (Tex dan Hex) dan Titik Interior (Tin dan Hin) untuk MODEL-01 dan MODEL-02

**PENGAMBILAN DATA LAPANGAN (MODUL-04)**

**OBJEK** : **MODEL 01 / MODEL 02** \*)coret yg tidak perlu  
**HARI** : **01/ 02/03** \*) coret yang tidak perlu

**JUDUL PENELITIAN** : .....  
**KETUA DAN ANGGOTA** : .....

**LOKASI OBJEK** : .....  
**HARI/TANGGAL** : .....  
**OBJEK PENGUKURAN** : .....  
 bentuk atap : KAMPUNG SROTONG  
 material atap : ASBES BETON \*) bisa alternatif lain

---

Model Double Skin  
 \*) pilih yang sesuai : **Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Horizontal**  
 : **Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Vertikal**

Orientasi : **TIMUR**

**SITUASI CUACA** : .....  
**PETUGAS PENGUKUR** : .....  
**POSISI TITIK** : TITIK UKUR EKSTERIOR (Tex-01)

**TITIK UKUR 01 (EKSTERIOR)**

No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR (Tex-01) °C	Kelembaban udara EKSTERIOR (Hex-01) %	Catatan *)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
n					
...					

**POSISI TITIK** : TITIK UKUR INTERIOR (Tin-01)

**TITIK UKUR 02 (INTERIOR)**

No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara INTERIOR (Tin-01) °C	Kelembaban udara INTERIOR (Hin-01) %	Catatan *)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
n					
...					

\*) catatan :  
 catat dengan detail setiap tahapan waktu, misal kondisi perubahan cuaca dll

ttd pengesahan pengukuran

Ketua Peneliti

(.....)

## **G. PENUTUP**

Pengembangan praktikum ini dapat dilakukan dengan memvariasikan aspek-aspek media ukur, diantaranya terkait :

- Bilamana posisi kegiatan sekarang adalah penggunaan DS Krey Bambu berbeda pola dimana orientasi façade utama bangunan dan bentuk atap yang sama, yaitu kearah TIMUR, maka alternatif pengembangannya :
  - Pengembangan perbandingan ragam pola DS Krey Bambu dapat divariasikan. Misal penggunaan berpola Horisontal Rapat, Horisontal Renggang, Verikal rapat, Vertikal Renggang, kombinasi diantara keduanya, bahkan dengan perbedaan orientasi.
  - Pengembangan perbandingan ragam material DS Krey dapat divariasikan. Misal penggunaan Kayu, logam, Seng, beton dan lain sebagainya.
  - Perubahan penggantian material membutuhkan waktu persiapan, baik pengadaan bahan maupun teknis pelaksanaan.

Dari alternatif-alternatif pengembangan-pengembangan tersebut diatas, penggunaan data table dan alat ukur (data logger) masih bisa digunakan 2 (dua) buah saja, karena pelaksanaan beda hari, hanya saja yakinkan kondisi bateraynya dalam keadaan prima.



(sumber referensi : (Dekoruma 2019))

# MODUL 05

**Perbandingan Kinerja Termal ruang hunian Rumah tropis penggunaan DS krey bambu horisontal dengan beragam bentuk krey bambu lainnya**

## A. PENGANTAR

Beberapa pertanyaan prinsip yang melatar belakangi perlunya dilakukan praktikum **MODUL 05**, dengan judul “*Perbandingan Kinerja Termal ruang hunian Rumah tropis penggunaan DS krey bambu horisontal dengan beragam bentuk krey bambu lainnya*”, diantaranya :

- Seberapa jauh nilai Kinerja Termal pada suatu ruangan hunian dimana pada façade prinsipalnya menggunyakan DS (Double Skin) atau SC (secondary Skin) pada pola garis yang beragam?
- Hal ini bisa dijadikan salah satu pertimbangan saat kita hendak memilih/ membuat tampilan façade rumah dalam suatu kawasan perumahan, bukankah bukan rahasia umum bahwa keberadaan hasil akhir tampilan visual vasade dengan beragam ‘ornamen’ menjadi salah satu standart ‘nilai jual’?, artinya dengan berpenampilan penggunaan DS, kerap memiliki harga jualnya jauh berbeda-apalagi di akhir tahun 2022-pemakaian DS menjadi suatu trend. Namun apakah hal ini benar bahwa tampilan sebanding dengan nilai akhir kinerja termalnya?
- Bentuk, komposisi, tataletak atau bahkan material hingga warna DS yang tepat akan menciptakan ruangan bagian dalam rumah menjadi nyaman.
- Bilamana suatu kondisi, pilihan/pemakaian DS krey bambu didapatkan kondisi kinerja termal tidak menguntungkan/yang tidak nyaman, lalu bagaimana solusi disainnya?

## B. TUJUAN PRAKTIKUM

- Menganalisa profil atau karakteristik masing-masing kinerja termal ruangan hunian akibat pemakaian atau pilihan bentuk DS Krey Bambu.
- Menganalisa perbandingan diantara profil atau karakteristik masing-masing kinerja termal ruangnya.
- Merekomendasikan solusinya, tanpa harus merubah kriteria tersebut agar ruangan terasa nyaman bagi penghuni dalam melakukan aktifitas didalamnya , baik pada pagi hingga malam hari

### **C. ALAT DAN BAHAN**

- Alat Peraga berupa Rumah Model yang nantinya akan diaplikasikan ragam bentuk Krey.
- Jenis material DS adalah Krey Bambu
- Konstruksi bentuk Atap Kampung Srotong
- Material bahan penutup atap adalah Asbes Beton
- 2 (dua) Alat ukur termal datalogger
- Camera
- Lembar kerja berupa table data ukur, table perhitungan dan table jurnal pengukuran

### **D. PROSEDUR PERCOBAAN**

#### **1). Tahap Persiapan**

Dalam tahapan ini, secara prinsip tidak jauh beda dari Modul 03.

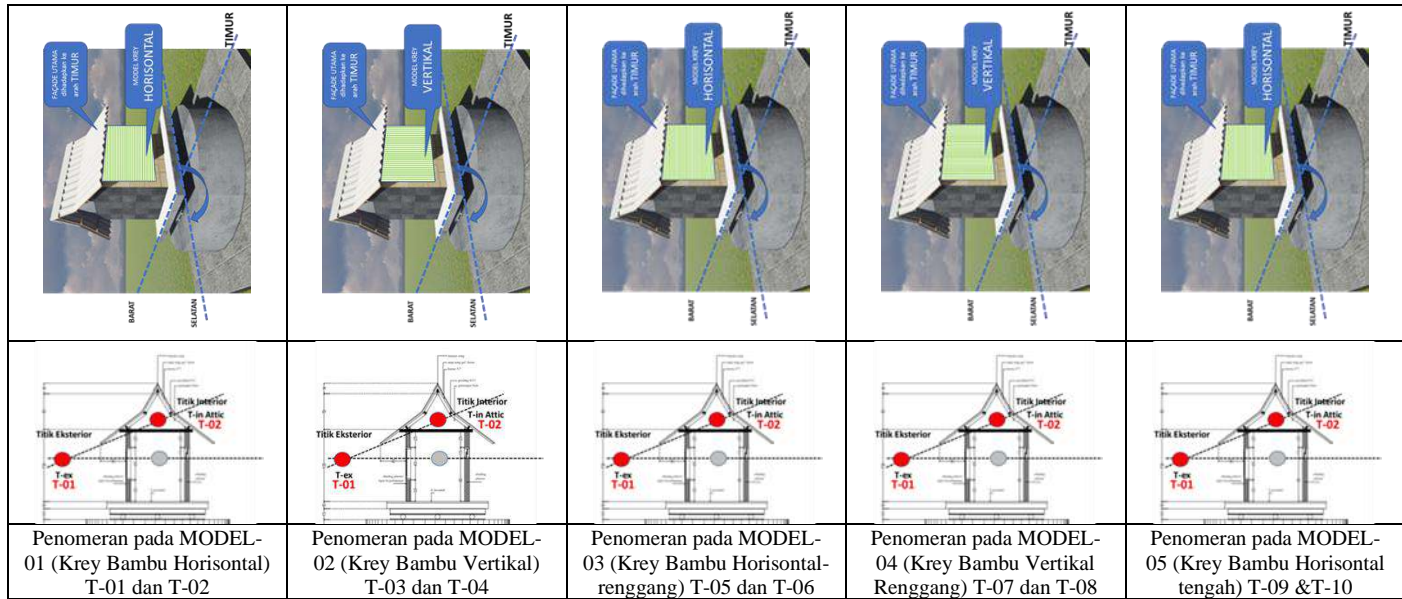
Pertama: Membuat gambar sketsa yang diperlukan untuk dapat mengetahui atau memvisualkan terlebih dulu tahapan yang akan dikerjakan dilapangan nanti. Karena terdapat 5 (lima) obyek dan memungkinkan dikembangkan 5 x 2 kondisi Diawali gambar pertama (bangunan dengan DS krey horizontal) hingga gambar keenam (bangunan dengan DS krey horizontal tengah).

Untuk lebih jelas penomeran titik ukur ini lihat gambar dibawah.

- Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Horisontal
- Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Vertikal
- Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Horisontal-Renggang
- Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Vertikal renggang
- Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Horisontal Tengah

Kedua : Cukup persiapkan 2 (dua) buat alat ukur suhu dan kelembaban udara, karena alat ini akan digunakan secara bergantian.

Ketiga : Persiapkan lembar kerja berupa ragam table/buku catatan. Cermati dan catat dalam lembar jurnal pengukuran, variable-variabel control yang ada dilapangan pada kurun waktu diperlukan, misal dari mana arah datang angin, apakah kondisi cuaca sesuai yang dikehendaki (hujan/cerah) dan lain-lain.



**Gambar 5.1:** Sketsa penomeran alat ukur pada gambar kerja obyek Rumah model

**Tabel 5.1:** Sistem konstruksi Alat Peraga pada Modul 05

	<b>MODEL-01</b>	<b>MODEL-02</b>	<b>MODEL-03</b>	<b>MODEL-04</b>	<b>MODEL-05</b>
Ukuran model	1.00m x 1.00m	1.00m x 1.00m	1.00m x 1.00m	1.00m x 1.00m	1.00m x 1.00m
Konstruksi dinding	½ batu bata	½ batu bata	½ batu bata	½ batu bata	½ batu bata
Pososite bukaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlet 30%</li> <li>• Outlet 10%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlet 30%</li> <li>• Outlet 10%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlet 30%</li> <li>• Outlet 10%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlet 30%</li> <li>• Outlet 10%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inlet 30%</li> <li>• Outlet 10%</li> </ul>
Konstruksi atap	Kampung Srotong	Kampung Srotong	Kampung Srotong	Kampung Srotong	Kampung Srotong
Material atas	Asbes beton	Asbes beton	Asbes beton	Asbes beton	Asbes beton
<b>Bentuk KREY BAMBU</b>	<b>HORISONTAL</b>	<b>VERTIKAL</b>	<b>HORISONTAL RENGANG</b>	<b>VERTIKAL RENGANG</b>	<b>HORISONTAL TENGAH</b>
Orientasi facade	Timur	Timur	Timur	Timur	Timur
Lama pengukuran	24 jam	24 jam	24 jam	24 jam	24 jam
Interval pengukuran	tiap 5 menit	tiap 5 menit	tiap 5 menit	tiap 5 menit	tiap 5 menit
Waktu pengukuran (Awal dan akhir)	Dimulai pk 06.00 hingga 06.00 esok harinya)	Dimulai pk 06.00 hingga 06.00 esok harinya)	Dimulai pk 06.00 hingga 06.00 esok harinya)	Dimulai pk 06.00 hingga 06.00 esok harinya)	Dimulai pk 06.00 hingga 06.00 esok harinya)
Lokasi titik ukur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eksterior (T-01)</li> <li>• Interior-T-02</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eksterior (T-03)</li> <li>• Interior- (T-04)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eksterior (T-05)</li> <li>• Interior- (T-06)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eksterior (T-07)</li> <li>• Interior- (T-08)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eksterior (T-09)</li> <li>• Interior- (T-10)</li> </ul>

- Keempat: dengan menggunakan model alat peraga yang hanya tersedia 1 (satu) buah alat peraga, maka untuk pengukuran berikutnya- lakukan dengan cara mengganti-ganti element penutup atapnya. Diawali dari MODEL 01 hingga MODEL 05 Dimana konstruksi material penutup atapnya dan orientasinya tetap (material Asbes Beton-arah Timur).

## 2). Tahap Pengukuran

- Posisikan dengan benar, 2 (dua) alat ukur “temperature & Humidity Data Logger” (misal: BENETECH GM1365), yaitu pada bagian eksterior dan interior dengan tidak lupa membuat penomeran yang berbeda : dari T-01 hingga T-10 (agar data ukur nanti tidak tertukar))
- Setting terlebih dulu durasi pencatatan ukur untuk waktu kerja 24 jam (siang dan malam) dengan interval pembacaan data setiap 5 menit, sehingga akan didapatkan data ukur sebanyak  $12 \times 24 = 288 \times 5$  data ukur/ alat ukur atau akan didapatkan data ukur 1.728 data.
- Operasionalkan alat ukur data logger ini dengan benar dan lakukan pengecekan secara periodic. (pada pengukuran yang lebih dari 1 kali/sehari, sangat disarankan gunakan baterai baru)
- Data dalam bentuk tabulasi excel dan grafik pada tahapan modul ini akan diperoleh 12 (dua belas) data ukur, yang terdiri dari 6 tabel data suhu udara dan 6 tabel data kelembaban udara. Berilah penomeran dengan benar agar tidak tertukar. Dan lakukan Pengolahan data dan Analisa data, dimana tahapan yang terpenting adalah penganalisaan perbandingan diantara keduanya (lihat table yang telah disediakan).

**Tabel 5.2** : Definisi variable titik ukur untuk perhitungan Kinerja Termal

			MODEL-01	MODEL-02	MODEL-03	MODEL-04	MODEL-05
			DS-horisontal	DS-Vertikal	DS-Horisontal-2	DS-Vertikal-1	DS-Horisontal-3
variabel bebas	eksterior (T01)	Suhu	Tex-01	Tex-02	Tex-03	Tex-04	Tex-05
(suhu&kelembaban)		kelembaban	Hex-01	Hex-02	Hex-03	Hex-04	Hex-05
	interior (T02)	Suhu	Tin-01	Tin-02	Tin-03	Tin-04	Tin-05
		kelembaban	Hin-01	Hin-02	Hin-03	Hin-04	Hin-05
Variabel terikat							
(Kinerja termal)	aspek suhu	Kt (suhu)	Kt-suhu-01	Kt-suhu-02	Kt-suhu-03	Kt-suhu-04	Kt-suhu-05
	aspek kelembaban	Kh (kelembaban)	Kt-lembab-01	Kt-lembab-02	Kt-lembab-03	Kt-lembab-04	Kt-lembab-05

Keterangan :

T = titik Ukur, ex/in= lokasi titik ukur, 01/02 = Model



**Tabel 5.3 :** Distribusi titik ukur dan perolehana data pengukuran

Hari	Status DS KREY BAMBU	Titik Ukur Eksterior (alat ukur -01)	Titik Ukur Interior- (alat ukur -02)
Pertama	(MODEL-01)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tex-01</li> <li>• Data ukur Hex-01</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tin-01</li> <li>• Data ukur Hin-01</li> </ul>
Hari kedua: jeda – persiapan & instalasi			
Ketiga	(MODEL-02)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tex-02</li> <li>• Data ukur Hex-02</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tin-02</li> <li>• Data ukur Hin-02</li> </ul>
Hari keempat jeda – persiapan & instalasi			
Kelima	(MODEL-03)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tex-03</li> <li>• Data ukur Hex-03</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tin-03</li> <li>• Data ukur Hin-03</li> </ul>
Hari keenam: jeda – persiapan & instalasi			
Ketujuh	(MODEL-04)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tex-04</li> <li>• Data ukur Hex-04</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tin-04</li> <li>• Data ukur Hin-04</li> </ul>
Hari kedelapan: jeda – persiapan & instalasi			
Kesembilan	(MODEL-05)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tex-05</li> <li>• Data ukur Hex-05</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data ukur Tex-05</li> <li>• Data ukur Hex-05</li> </ul>

### 3). Tahap Perhitungan Kinerja Termal

- Data ukur akan tersaji dalam tampilan grafik dan tabel excel, yang merekam profil pengukuran suhu udara dan kelembaban udara.
- Data hasil pengukuran mentah ini selanjutnya akan kita gunakan sebagai bahan untuk perhitungan Kinerja Termalnya dengan menggunakan table terlampir (cek table perhitungan).
- Simak dan pelajari profil kinerja termal dari hasil perhitungan tersebut dan sajikan dalam bentuk table/grafik batang untuk kemudian siap dilakukan tahap Analisa.
- Kecermatan menganalisa perbandingan nilai kinerja termal terhadap obyek yang berbeda orientasi, merupakan modal penting dalam mengambil kesimpulan.

## E. TABEL DATA

**Tabel 5.A:** Data Pengukuran pada Titik Eksterior (Tex dan Hex) dan Titik Interior (Tin dan Hin) untuk seluruh MODEL

### TITIK UKUR 01 (EKSTERIOR)

DS KREY BAMBU : (MODEL-01); (MODEL-02); (MODEL-03);

(MODEL-04); (MODEL-05) \* pilih salah satu

No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR MODEL 01 (Tex-01) °C	Kelembaban udara EKSTERIOR MODEL 01 (Hex-01) %
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
n				
...				

### TITIK UKUR 02 (INTERIOR)

DS KREY BAMBU : (MODEL-01); (MODEL-02); (MODEL-03);

(MODEL-04); (MODEL-05) \* pilih salah satu

No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara INTERIOR MODEL 01 (Tin-01) °C	Kelembaban udara INTERIOR MODEL 01 (Hin-01) %
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
n				
...				

**Tabel 5.B:** Data Perhitungan Kinerja Termal pada aspek suhu dan kelembaban untuk semua MODEL

PERHITUNGAN KINERJA TERMAL (aspek suhu udara)					
DS KREY BAMBU : (MODEL-01); (MODEL-02); (MODEL-03); (MODEL-04); (MODEL-05) * pilih salah satu					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR-MODEL 01 ( $T_{ex-01}$ ) °C	Suhu udara INTERIOR MODEL 01 ( $T_{in-01}$ ) °C	Selisih ( $T_{ex01}-T_{in01}$ ) °C
			(a)	(b)	(a)-(b)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
...					
....					

PERHITUNGAN KINERJA TERMAL (aspek kelembaban udara udara)					
DS KREY BAMBU : (MODEL-01); (MODEL-02); (MODEL-03); (MODEL-04); (MODEL-05) * pilih salah satu					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Kelembaban Udara EKSTERIOR MODEI 01 ( $H_{ex-01}$ ) %	Kelembaban Udara INTERIOR MODEL 01 ( $H_{in-01}$ ) %	Selisih ( $H_{ex01}-H_{in01}$ ) %
			(a)	(b)	(a)-(b)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
n					
...					

**Tabel 5.C:** Data Perhitungan Perbandingan nilai Kinerja Termal antara keseluruhan model (Model-01, Model-02, Model-03, Model-04 dan Model-05)- unsur aspek suhu udara.

No	Tanggal pengukuran	Waktu	Kinerja Suhu Udara MODEL 01 (T <sub>kt-01</sub> ) °C	Kinerja Suhu Udara MODEL 02 (T <sub>kt-02</sub> ) °C	Kinerja Suhu Udara MODEL 03 (T <sub>kt-03</sub> ) °C	Kinerja Suhu Udara MODEL 04 (T <sub>kt-04</sub> ) °C	Kinerja Suhu Udara MODEL 05 (T <sub>kt-05</sub> ) °C	Selisih 01	Selisih 02	Selisih 03	Selisih 04	Selisih 05	Selisih 06	Selisih 07	Selisih 08	Selisih 09	Selisih 10
			(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(a)-(b)	(a)-(c)	(a)-(d)	(a)-(e)	(b)-(c)	(b)-(d)	(b)-(e)	(c)-(d)	(c)-(e)	(d)-(e)
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
...																	

**Tabel 5.D:** Data Perhitungan Perbandingan nilai Kinerja Termal antara keseluruhan model (Model-01, Model-02, Model-03, Model-04 dan Model-05)- unsuk aspek kelembaban udara.

No	Tanggal pengukuran	Waktu	Kinerja Kelembaban Udara MODEL 01 (Hkt-01) %	Kinerja Kelembaban Udara MODEL 02 (Hkt-02) %	Kinerja Kelembaban Udara MODEL 03 (Hkt-03) %	Kinerja Kelembaban Udara MODEL 04 (Hkt-04) %	Kinerja Kelembaban Udara MODEL 05 (Hkt-05) %	Selisih 01	Selisih 02	Selisih 03	Selisih 04	Selisih 05	Selisih 06	Selisih 07	Selisih 08	Selisih 09	Selisih 10
			(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(a)-(b)	(a)-(c)	(a)-(d)	(a)-(e)	(b)-(c)	(b)-(d)	(b)-(e)	(c)-(d)	(c)-(e)	(d)-(e)
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
n																	
...																	

## F. JURNAL PENGUKURAN

**Tabel 5.E:** Data Pengukuran pada Titik Eksterior ( $T_{ex}$  dan  $H_{ex}$ ) dan Titik Interior ( $T_{in}$  dan  $H_{in}$ ) untuk semua MODEL

PENGAMBILAN DATA LAPANGAN (MODUL-05)					
<b>OBYEK</b>	: <b>MODEL-01/M-02/M-03/M-04/M-05</b> *)coret yg tidak perlu				
<b>HARI</b>	: <b>01/ 02/03/04/05/06/07/08/09/10</b> *) coret yang tidak perlu				
<b>JUDUL PENELITIAN</b>	: .....				
<b>KETUA DAN ANGGOTA</b>	: .....				
<b>LOKASI OBYEK</b>	: .....				
<b>HARI/TANGGAL</b>	: .....				
<b>OBYEK PENGUKURAN</b>	: .....				
	bentuk atap : KAMPUNG SROTONG				
	material atap : Asbes Beton				
Model Double Skin *)pilih yang sesuai	: <b>1). Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Horizontal</b>				
	: <b>2). Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Vertikal</b>				
	: <b>3). Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Horizontal-Renggang</b>				
	: <b>4). Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Vertikal renggang</b>				
	: <b>5). Model dengan DS KREY BAMBU-Pola Horizontal Tengah</b>				
	Orientasi : <b>TIMUR</b> *) bisa alternatif lain				
<b>SITUASI CUACA</b>	: .....				
<b>PETUGAS PENGUKUR</b>	: .....				
<b>POSISI TITIK</b>	: TITIK UKUR EKSTERIOR ( $T_{ex-01}$ )				
TITIK UKUR 01 (EKSTERIOR)					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara EKSTERIOR ( $T_{ex-01}$ ) °C	Kelembaban udara EKSTERIOR ( $H_{ex-01}$ ) %	Catatan *)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
n					
...					
<b>POSISI TITIK</b>	: TITIK UKUR INTERIOR ( $T_{in-01}$ )				
TITIK UKUR 02 (INTERIOR)					
No	Tanggal pengukuran	Waktu	Suhu udara INTERIOR ( $T_{in-01}$ ) °C	Kelembaban udara INTERIOR ( $H_{in-01}$ ) %	Catatan *)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
n					
...					
*) catatan :					
catat dengan detail setiap tahapan waktu, misal kondisi perubahan cuaca dll					
ttd pengesahan pengukuran					
Ketua Peneliti					
(.....)					

## G. PENUTUP

Pengembangan praktikum ini dapat dilakukan dengan memvariasikan aspek-aspek media ukur, diantaranya terkait :

- Bilamana posisi kegiatan pengukuran terhadap penggunaan DS Krey Baambu dengan beragam model, dimana Konstruksi dan penggunaan material penutup atap dan orientasinya tetap, maka alternatif pengembangannya :
  - Pengembangan perbandingan ragam material DS Krey dapat divariasikan. Misalnya perbandingan kinerja termal antara penggunaan bermaterial Kayu, beton, Besi, bahkan plastic ataupun kaca, pada orientasi yang sama
  - Pengembangan perbandingan ragam pola Krey seperti praktikum diatas, dengan variasi perbedaan orientasi.
  - Perubahan penggantian material membutuhkan waktu persiapan, baik pengadaan bahan maupun teknis pelaksanaan.

Dari alternatif-alternatif pengembangan-pengembangan tersebut diatas, selain penggunaan data table dan alat ukur (data logger) hanya digunakan 2 (dua) buah saja, tapi effisiensi waktu sebelum merubah bentuk fisik material alangkah baiknya dioptimalkan waktunya dengan pilihan secara runtut model kreynya.

Hari pertama : Penggunaan DS Krey Bambu pola Horisontal

Hari kedua :. Penggunaan DS Krey bambu hari pertama diputar (karena demensi krey telah di settning 1.00m x 1,00m)

Dan seterusnya

## PENUTUP

- Model praktikum dengan menggunakan alat peraga berupa RUMAH MODEL ARSITEKTUR TROPIS yang tersedia di Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro telah digunakan sejak tahun 2007. Metode seperti ini (pengukuran lapangan dengan obyek Rumah Model) merupakan salah satu dari metode pembelajaran atau salah satu system metode penelitian “building Science”, selain pengukuran in-situ pada kondisi reel, model berskala kecil (maket) dan model pembelajaran secara digital (simulasi dan pemodelan).
  - Pada kesempatan ini, dikaji terkait kinerja termal yang merupakan salah satu kinerja suatu bangunan lainnya, seperti kinerja akustik dan kinerja visual.
  - Menyikapi peluang pengembangan praktikum kedepan, kiranya masih dibutuhkan panduan-panduan praktikum terkait kedua aspek diatas (ragam metode dan ragam kinerja bangunan).
- Mencermati setiap langkah/ modul dari praktikum tersebut, sejauh ini telah diwujudkan dalam bentuk tugas mata kuliah maupun dalam skim penelitian dan pengabdian masyarakat di Departemen Arsitektur. Hal tersebut didukung dengan adanya publikasi terkait.
- Selamat mempelajari, mencermati, mengukur, menghitung, mengkaji hingga akhirnya mensimulasikan kajian kinerja termal dengan penggunaan Alat Peraga : Rumah Model Arsitektur Tropis ini.
- Studi perbandingan antar/dengan metode praktikum lainnya sangat dibutuhkan, dan dapat menjadikan peluang alternatif pengembangan praktikum ini.
- Semoga bermanfaat bagi semua. Dan kritik dan saran untuk pengembangan sangat kami butuhkan.



## Bibliografi Penulis



**Dr.Ir. Eddy Prianto, CES.,DEA** adalah staf pengajar di Program Studi S-1 Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Mulai menjadi staf pengajar sejak tahun 1990-sekarang. Menempuh Program studi S-1 di Jurusan Arsitektur Universitas Diponegoro tahun (1989). Pendidikan Pascasarjana di ENTPE Vaux-en-Velin Lyon Perancis (1995) dan INSA de Lyon Perancis (1998) serta di Universite de Nantes, Nantes Perancis (2002). Ranah

keahlian yang ditekuni hingga kini adalah *Building Science* khususnya Termal & Energi pada Bangunan Arsitektur. Mengelola mata kuliah Fisika Bangunan 01-02, Perancangan Bangunan Tropis, Teknik Konservasi & Audit Energi dan Teknologi dalam Arsitektur, Metodologi Riset dan Statistik, Memiliki 12 Hak Cipta diantaranya Hak Cipta “*Alat Peraga: Rumah Model Arsitektur Tropis (2022)*”,terlibat dalam penyusunan *book chapter* antara lain: “*Revolusi Industri 4.0: Perspektif Teknologi, Manajemen, dan Edukasi*” (2020); Menyusun beberapa buku, diantaranya “*Green kampus : Aplikasi disain pasif bangunan kampus*” (2019) dan Serta Menyusun Buku Ajar : “*Fisika Bangunan 01*” dan Buku Ajar Struktur Konstruksi 02” (2022) . Korespondensi dengan penulis dapat dialamatkan pada: [eddyprianto@lecturer.undip.ac.id](mailto:eddyprianto@lecturer.undip.ac.id)