

PERBANDINGAN *TRANSFER PANAS PADA SOFTWARE* *PSI-THERM, HTFLUX DAN ANSYS*

Dimitri Ryumiliano Paulus^{1*}, L.M.F Purwanto²

1,2 Program Studi Arsitekur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Soegijapranata, Semarang

*Correspondent Author: 18a10058@student.unika.ac.id

Tgl masuk naskah: 27-01-2022 • Tgl review I: 26-01-2022 • Tgl revisi: 18-02-2022 • Tgl review II: 25-02-2022

Tgl siap terbit 15-03-2022

DOI: 10.24167/joda.v1i2.4306



Abstrak : Dalam mendesain suatu bangunan tentunya harus memperhatikan kondisi iklim setempat untuk mencapai kenyamanan pengguna dalam melakukan aktivitas. Pada iklim tropis yang memiliki suhu lingkungan yang cukup tinggi tentunya akan mempengaruhi kondisi interior ruangan. Proses perambatan panas ini diminimalisir dengan menggunakan AC, pemilihan material dinding dan perencanaan dinding melalui software. Namun penggunaan AC yang berlebihan di dalam ruangan akan membuat konsumsi listrik menjadi tinggi dan berdampak pada penambahan panas pada bangunan. Pada penelitian ini digunakan software Psi-therm, HTflux dan Ansys untuk mensimulasikan perpindahan panas matahari ke dalam gedung. Tujuan utama penggunaan perangkat lunak adalah untuk menentukan aliran perpindahan panas ke struktur bangunan dan meminimalkan perpindahan panas melalui penggunaan bahan peredam pada dinding. Selain itu untuk mengetahui perbedaan hasil analisis dari ketiga software tersebut. Metode penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan mengumpulkan data di lapangan yang berhubungan dengan suhu di luar dan di dalam bangunan serta material penutup dinding. Data yang terkumpul akan dimasukkan ke dalam software Psi-Therm, HTflux, dan Ansys untuk menganalisis distribusi panas matahari pada struktur bangunan. Dengan menggunakan gambar sebaran panas yang telah dianalisa oleh perangkat lunak maka dilakukan upaya untuk meminimalisir panas tersebut dengan menggunakan bahan peredam pada dinding bangunan.

Kata kunci: *Ansys, HTflux, Psi-therm, Transfer panas*

Abstract : *In designing a building, of course, one must pay attention to local climatic conditions to achieve user comfort in carrying out activities. In tropical climates, which have a fairly high environmental temperature, it will certainly affect the condition of the interior of the room. This heat propagation process is minimized by using air conditioning, choosing wall materials, and planning walls through software. However, excessive use of air conditioning in the room will make electricity consumption high and affect the addition of heat in the building. In this study, Psi-therm, HTflux, and Ansys software were used to simulate the transfer of solar heat into the building. The main purpose of using this software is to determine the flow of heat transfer to the building structure so that it can be minimized by paying attention to the design of the structure and the material given to the walls. In addition, to find out the differences in the results of the analysis of the three software. This research method is descriptive quantitative by collecting data in the field related to the temperature outside and inside the building and wall covering material. The collected data will be input into Psi-Therm, HTflux, and Ansys software to analyze the distribution of solar heat on the building structure. By using a heat distribution image that has been analyzed by the software, an effort is made to minimize the heat by using a damping material on the walls of the building.*

Keywords : *Ansys, HTflux, Psi-Therm, Heat transfer*

1. Pendahuluan

Ketika merancang bangunan sebaiknya memperhatikan kondisi iklim setempat agar kenyamanan pengguna dalam beraktivitas di dalam bangunan dapat tercapai. Kondisi iklim berpengaruh terhadap penerapan konsep desain bangunan seperti orientasi bangunan, penggunaan material, dan penataan ruang dalam bangunan. Pada daerah yang memiliki iklim subtropis, bangunan yang ada di desain sedemikian rupa untuk dapat mencapai kenyamanan termal terlebih ketika musim dingin. Sedangkan pada daerah tropis, tingginya temperatur lingkungan sekitar tentunya ikut mempengaruhi suhu dalam ruangan. Bangunan pada daerah tropis di desain agar dapat mengalirkan sirkulasi udara untuk mengurangi kelembaban dan mengalirkan panas keluar bangunan. Selain penataan ruang, struktur dinding bangunan juga memiliki pengaruh dalam mencapai kenyamanan termal. Apabila dinding bagian luar bangunan tidak direncanakan dengan baik, rambatan panas dari luar bangunan akan menambah temperatur pada ruangan [1]. Perambatan panas pada struktur dinding bangunan dapat diminimalisir dengan cara penggunaan AC di dalam ruang, pemilihan material dan merencanakan dinding dengan perhitungan melalui *software*. Namun penggunaan AC berlebih pada ruangan akan membuat pemakaian listrik menjadi tinggi sehingga mempengaruhi penambahan panas di dalam bangunan. Perubahan temperatur dalam sebuah bangunan disebabkan oleh sejumlah faktor seperti suhu udara sekitar, sistem konstruksi bangunan, bukaan pada bangunan dan keadaan lingkungan sekitar [2].

Untuk mengurangi penambahan panas maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan *software*. Tujuannya adalah untuk mengetahui simulasi transfer panas dari luar menuju ke dalam bangunan. Dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui bahan dan bentuk dinding yang tepat untuk daerah beriklim Tropis.

Untuk memahami proses perpindahan panas pada dinding bangunan serta menerapkan cara untuk meminimalisir perpindahan panas tersebut. Selain itu juga untuk menganalisis perbedaan hasil Analisa dari *software* Psi-therm, HTflux dan Ansys.

Pada negara Indonesia yang beriklim tropis lembab, suhu udara pada bagian luar bangunan lebih tinggi daripada suhu udara pada bagian dalam bangunan. Suhu di dalam bangunan mengalami kenaikan akibat adanya rambatan panas dari luar bangunan sehingga akan mempengaruhi kenyamanan pengguna bangunan. Namun kurangnya kesadaran masyarakat membuat penggunaan AC semakin tinggi.

Penggunaan AC berlebih ini mempengaruhi kenaikan suhu ruangan serta besarnya energi listrik yang digunakan akan menimbulkan biaya yang besar juga.

Dari masalah diatas dapat dirumuskan masalah berupa:

1. Bagaimana proses transfer panas yang terjadi pada dinding bangunan di daerah tropis lembab?
2. Bagaimana cara meminimalisir perpindahan panas pada dinding?
3. Bagaimana tampilan perbedaan hasil dari *software* Psi-therm, HT Flux dan Ansys?

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Software HTflux

HTflux adalah suatu perangkat lunak untuk melakukan simulasi transfer panas dan transfer uap air. HTflux sudah tervalidasi sesuai dengan standar EN ISO 10077-2:2007 dan EN ISO 10211-2:2012. HTflux memiliki fitur Glaser 2D yang memungkinkan untuk menghitung zona titik embun termasuk jumlah kondensasi dan penguapan dalam bentuk 2D. Pada *software* ini, pengguna dapat membuat objek secara langsung pada aplikasi HTflux maupun menggunakan file CAD sebagai objek/data yang akan disimulasikan [3].

2.2 Software Psi-Therm

Psi-therm adalah suatu perangkat lunak untuk menentukan transfer panas dan suhu pada permukaan suatu bidang. Perangkat ini melakukan perhitungan nilai psi dan nilai fRsi untuk menghasilkan laporan yang sesuai dengan standar yang ada. Perangkat ini sudah tervalidasi dengan standar BR497, ISO 10211 dan ISO 10077-2. *Software* ini juga dapat menggunakan file CAD sebagai data simulasi [4].

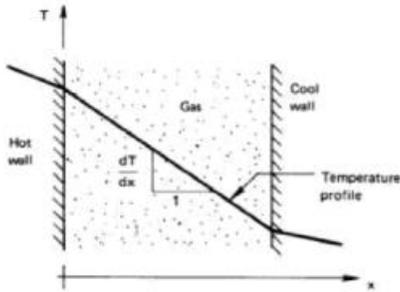
2.3 Software Ansys

Ansys adalah suatu perangkat lunak yang digunakan untuk simulasi struktur, panas, dinamika fluida, akustik dan elektromagnetik dengan berbasis *finite element analysis* (FEA) [5]. *Finite element analysis* (FEA) merupakan sebuah metode analisis perilaku dan respon struktur atau komponen mekanis di bawah beban statis, dinamis maupun termal [6].

2.4 Transfer Panas

Transfer panas merupakan peristiwa perpindahan panas dari suatu daerah ke daerah lain karena adanya perbedaan temperatur antara kedua daerah tersebut [7]. Perpindahan panas tersebut tidak dapat diukur atau diamati secara langsung, namun pengaruhnya dapat diamati dan diukur. Secara umum terdapat 3 bentuk perpindahan panas yaitu konduksi, konveksi dan radiasi [8].

2.5 Transfer Panas secara Konduksi



Gambar-1. Perpindahan panas secara konduksi (Sumber: Buku perpindahan panas : Teori, Soal dan Penyelesaiannya,2015)

Konduksi merupakan proses terjadinya perpindahan panas temperatur tinggi menuju ke temperatur rendah dengan menggunakan perantara medium[9]. Apabila molekul dari suatu zat bergerak cepat maka semakin tinggi suhu zat tersebut[8]

Persamaan dasar konduksi sebagai berikut:

$$q = -kA \frac{dt}{dx}$$

Keterangan :

- q : Laju perpindahan panas (KT/det.W)
- k : Konduktifitas Termal (W/m, °C)
- A : Luas penampang (m²)
- dt : Perbedaan temperature (°C, °F)
- dx : Perbedaan jarak (m/det)
- ΔT : Perubahan suhu
- dt/dx : Gradient temperatur

Konstanta “k” merupakan daya hantar termal yang dimiliki suatu benda untuk menghantarkan panas. Nilai konstanta k merupakan jumlah unit thermal yang ditransmisikan per jam melalui perbedaan suhu antara dua permukaan bahan[10]. Pemberian tanda negatif pada bagian depan disebabkan karena perpindahan panas terjadi dari temperatur tinggi menuju ke temperature yang rendah. Satuan Internasional yang digunakan adalah Kelvin (°K). Besar konduktivitas termal (k) zat tertentu bergantung pada struktur mikropisnya dan juga bervariasi dengan suhu[11].

Tabel-1. Tabel nilai k material [12]

No	Material	K (W/m,°K)
1	Tembaga	386
2	Aluminium	204

3	Kuningan (70% Cu, 30% Zn)	111
4	Baja ringan	64
5	Stainless steel	15
6	Air raksa	8,4
7	Beton	1,4
8	Gelas pyrex	1,09
9	Air	0,611
10	Neoprene rubber	0,19
11	Oli mesin,SAE 50	0,145
12	PVC	0,092
13	Freon 12	0,071
14	Cork	0,043
15	Fibreglass	0,038
16	Polystyrene	0,028
17	Udara	0,027

2.6 Transfer Panas secara Konveksi

Konveksi merupakan proses perpindahan panas yang terjadi antara permukaan dan benda yang bergerak (*fluid*) ketika keduanya berada pada suhu yang berbeda[9]. Konveksi terkadang diidentifikasi sebagai mode perpindahan panas yang terpisah. Hal ini berhubungan dengan perpindahan panas dari permukaan terikat ke fluida yang bergerak[13]. Menurut cara menggerakkan alirannya, perpindahan panas konveksi dibedakan menjadi konveksi bebas (free convection) dan konveksi paksa (force convection). Konveksi bebas terjadi karena gradien suhu menghasilkan perbedaan kerapatan. Tetapi apabila disebabkan oleh suatu alat maka disebut konveksi paksa. Efetifitas konveksi bergantung terhadap besarnya gerakan mencampur fluida[11].

Terdapat 2 jenis proses konveksi yaitu proses stedi dan takstedi. Jika laju aliran panas berpindah secara konstant maka temperatur pada seluruh bagian benda akan dalam keadaan stedi[8].

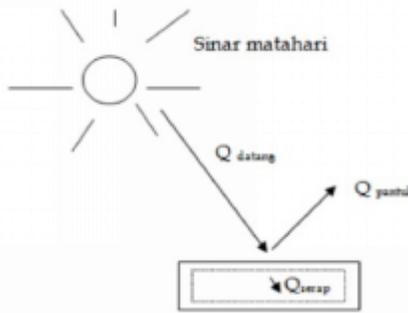
Persamaan temperatur laju perpindahan panas :

$$q = -hA(T_w - T_\infty)$$

Keterangan :

- q : Laju perpindahan panas (KJ/det,W)
- h : Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m². °C)
- A : Luas bidang permukaan panas (ft².m²)
- T_w : Temperatur dingin (°C,°K)
- T_∞ : Temperatur sekeliling (°C,°K)
- ΔT : Perubahan suhu

2.7 Transfer Panas secara Radiasi



Gambar-2. Perpindahan panas dengan radiasi (Sumber:

Radiasi adalah proses perpindahan temperatur panas dari benda dengan temperatur tinggi ke benda dengan temperatur rendah tanpa adanya perantara. Jika energi tersebut mengenai benda, maka sebagian energinya akan dipantulkan, dan sisanya akan diserap dan lalu diteruskan [11]. Perpindahan thermal yang terjadi antara dua benda bergantung pada perbedaan keempat suhu absolute mereka (n=4). Jika sifat material diperhitungkan, maka jumlah fluks radiasi yang ada sebanding atau lebih tinggi dari suhu absolute. Hal ini mengakibatkan transfer panas radiasi meningkat secara signifikan pada suhu tinggi [13].

Persamaan dasar radiasi sebagai berikut :

$$Q_{\text{pancaran}} = \sigma AT^4$$

Keterangan :

Qpancaran : Laju perpindahan panas (W)

σ : Konstanta boltzman

A : Luas permukaan benda (m²)

T : Suhu absolute benda (°C)

2.8 Hantaran Permukaan (U-Value)

Hantaran permukaan adalah laju aliran panas yang dibagi dengan luas dan perbedaan suhu pada kedua sisi. Semakin rendah nilai U yang dimiliki suatu benda maka akan semakin efektif dalam mengurangi aliran panas yang terjadi [14]. Merupakan transmisi termal untuk mengetahui jumlah aliran panas yang melewati dinding luar. Satuan yang digunakan adalah W/m² °K [15]. U-Value dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$U_w = \frac{1}{R} = \frac{\text{Ketebalan dinding}}{\text{Nilai konduktivitas (k)}}$$

Sedangkan untuk bahan kaca maka persamaan yang ada adalah :

$$U_f = 1 / \frac{(0,05 + \text{ketebalan kaca} + 0,12)}{\text{Nilai konduktivitas (k)}}$$

2.9 Tahanan Permukaan (R)

Tahanan permukaan adalah perbedaan temperatur antara kedua permukaan bahan dibagi dengan fluks panas yang dihasilkan per satuan luas arah gradien. Fluks panas terdiri dari satu atau lebih komponen yang bersifat konduktif, konvektif dan radiatif [16]. Tahanan permukaan merupakan kebalikan dari konduktansi termal, hal ini dinyatakan melalui persamaan m² K/W [17]. Pada daerah tropis memiliki suhu luar bangunan yang lebih tinggi dibandingkan suhu pada dalam bangunan. Konstanta untuk menghitung tahanan permukaan adalah sebagai berikut [1]:

Tahanan permukaan luar : $\frac{1}{\alpha_l} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Tahanan permukaan dalam : $\frac{1}{\alpha_d} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Tahanan panas (R=1/Uvalue) dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$R = \frac{1}{\alpha_d} + \sum \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_l} \text{ [m}^2 \text{ K/W]}$$

2.10 Insulasi Termal

Insulasi termal merupakan metode yang diterapkan untuk mengurangi laju perpindahan panas secara konveksi, konduksi, maupun radiasi. Bahan yang digunakan sebagai isolator atau insulator. Contoh bahan insulasi adalah *glasswool*, *rockwool*, *styrofoam*, busa, dan material peredam lainnya [18].

2.11 Rockwool

Merupakan material insulasi yang terbuat dari serat alami (batuan alam). Bahan ini memiliki ketahanan terhadap panas dan titik didih yang tinggi hingga mencapai 650°C [19]. Dengan ketebalan bahan yang sama *rockwool* memiliki efektifitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan *glasswool* [20].



Gambar-3. Rockwool

2.12 Glasswool

Merupakan material insulasi yang terbuat dari fiber glass yang disusun menyerupai bentuk wool dan biasanya diproduksi dalam bentuk gulungan maupun lembaran dengan densitas dan spesifikasi tertentu[21]. Glasswool memiliki nilai konduktivitas panas sejumlah $17 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ dan memiliki nilai tahanan panas sebesar $0,00380 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ [22].



Gambar-4. Glasswool

3. Metode Penelitian

3.1 Desain Penelitian

Sebelum memulai penelitian, langkah pertama yang dilakukan adalah mencari mengenai literatur-literatur yang terkait untuk mengetahui mengenai teori serta metode-metode yang akan digunakan. Selanjutnya setelah semua literasi terkumpul, maka dilanjutkan dengan pengumpulan data. Pengumpulan data diawali dengan penentuan lokasi lalu melakukan pengukuran suhu luar dan suhu dalam bangunan, jenis material penutup dinding. Interval waktu pengambilan data temperatur yaitu pada pagi hari pukul 08.00 WIB, siang hari pada pukul 12.00 WIB dan sore hari pada pukul 17.00 WIB (sore hari). Penggunaan interval waktu digunakan untuk mencari perbedaan suhu pada bagian bangunan yang terpapar sinar matahari. Lalu dilanjutkan dengan menghitung data yang sudah terkumpul menggunakan *software* Psi-therm, Htflux dan Ansys. Penggunaan 3 *software* ini untuk mengetahui gambaran persebaran transfer panas pada struktur dinding bangunan. Hasil dari ketiga *software* tersebut akan dibandingkan untuk mengetahui keakuratannya. Pengaplikasian material yang berbeda pada dinding bangunan digunakan untuk mengetahui material mana yang paling efektif untuk meminimalisir transfer panas ke dalam bangunan. Pada bagian terakhir melakukan penarikan kesimpulan terkait dengan perbedaan hasil perhitungan *software* Psi-therm, Htflux dan Ansys serta cara meminimalisir transfer panas ke dalam bangunan.

3.2 Sampel dan Variabel

Penelitian ini mengambil lokasi di Gedung Henricus Constant Universitas Katolik Soegijapranata yang berlokasi di Jalan Pawiyatan Luhur Sel. IV No. 1, Benda Duwur, Kec. Gajahmungkur, Kota Semarang, Jawa Tengah.

Terdapat 2 variabel penelitian yang digunakan yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Variabel bebas yang diterapkan adalah suhu luar dan dalam bangunan, struktur dinding bangunan, serta jenis material penutup dinding. Detail pada bagian dinding bangunan memiliki efek signifikan pada kinerja energi dan kenyamanan penghuni bangunan[23]. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini yaitu hasil gambaran sebaran transfer panas dari *software* Psi-therm, Htflux, dan Ansys.

3.3 Metode Penelitian

Penerapan metode kuantitatif deskriptif pada penelitian dengan tujuan untuk menggambarkan serta menjelaskan variabel yang ditemukan. Data-data dari penelitian diolah dan ditarik kesimpulan mengenai cara meminimalisir perpindahan panas pada bangunan dan perbedaan hasil antara *software* Psi-therm, Htflux, dan Ansys.

3.4 Operasional Alat

Perlengkapan untuk mengambil data pada penelitian ini adalah Lutron dan Probe. Probe nantinya akan dipasang pada Lutron. Lalu pada saat pengambilan data, probe akan ditempelkan pada permukaan dinding untuk mendapatkan data suhu panas pada dinding bangunan.



Gambar-5. Lutron dan Probe (Sumber : Data pribadi)

4. Pembahasan

4.1 Pengumpulan Data

Ketika melakukan pengambilan data di lapangan, terdapat temuan data yang ada di lapangan akan menjadi dianalisis oleh *software* Psi-therm, Htflux dan Ansys. Data yang ditemukan pada lapangan adalah sebagai berikut:

1. Temperatur dalam dan luar ruangan

Tabel-2. Temperatur dinding dalam dan luar ruangan

No.	Waktu	Suhu Dinding (°C)	
		Dalam	Luar
1	Pukul 08.00	28	28,4
2	Pukul 10.00	28,6	30,5
3	Pukul 12.00	29,2	32
4	Pukul 14.00	29,5	31
5	Pukul 16.00	29,6	29,6

2. Temperatur dalam dan luar ruangan

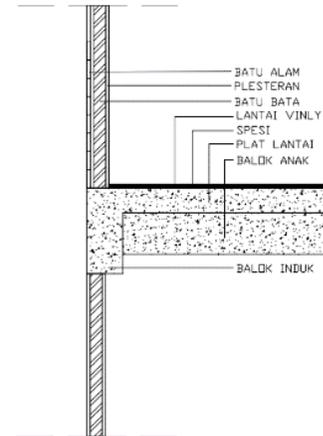
Tabel-3. Temperatur dalam dan luar ruangan

No.	Waktu	Suhu (°C)	
		Dalam	Luar
1	Pukul 08.00	28,3	29
2	Pukul 10.00	28,7	30,6
3	Pukul 12.00	30,1	31,8
4	Pukul 14.00	30,1	32
5	Pukul 16.00	30,7	32,9

3. Struktur ruang kelas A. 32 dan arah orientasi bangunan



Gambar-6. Gambar arah orientasi ruang kelas A.32 (Sumber:Data pribadi)



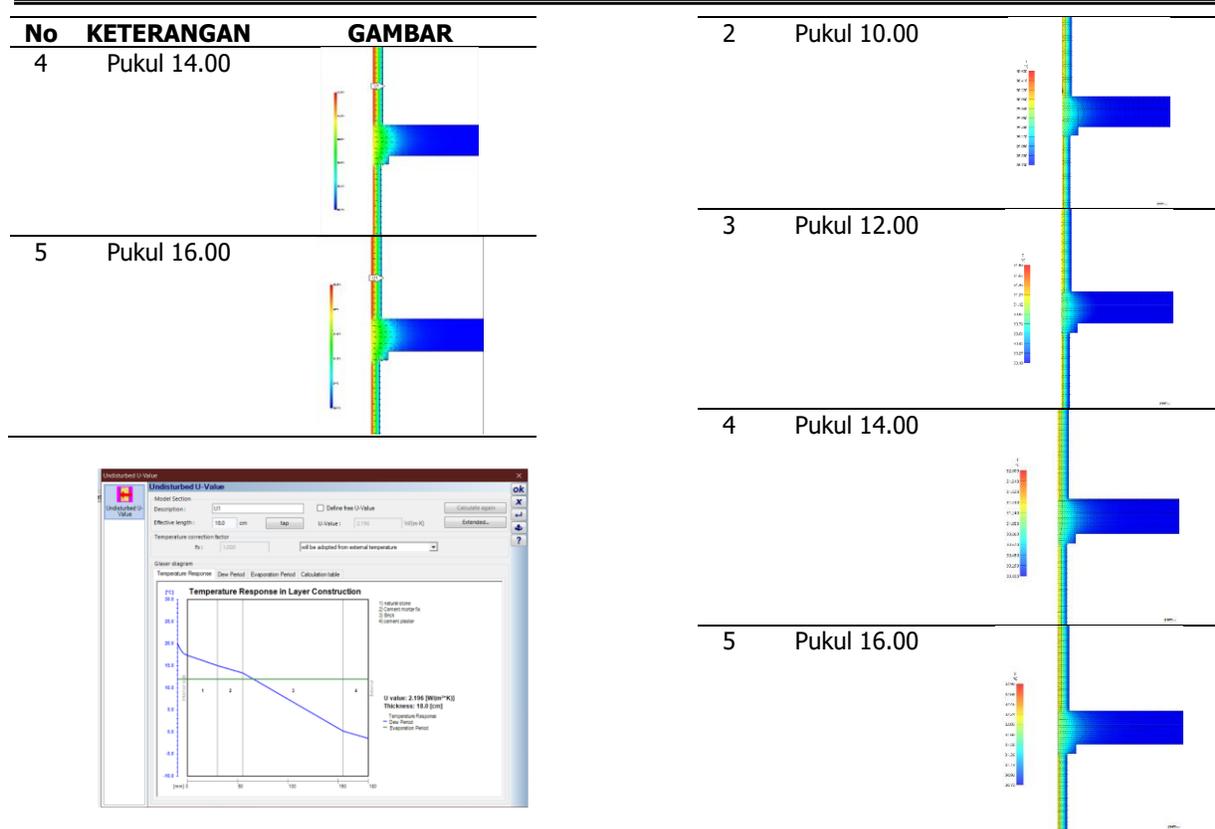
Gambar-7. Gambar struktur konstruksi ruang kelas A.32 (Sumber:Data pribadi)

4.2 Analisis Transfer Panas menggunakan software Psi-Therm

Gambar struktur ruang kelas diunggah pada software Psi-therm kemudian diberikan material serta data lingkungan untuk dianalisis. Data lingkungan yang harus dimasukkan yaitu temperatur lingkungan dan temperatur permukaan dinding luar dan dalam ruangan. Pemberian data tersebut akan menentukan besaran U-value pada hasil analisis. Selanjutnya software tersebut akan melakukan analisis secara menyeluruh dengan menggunakan metode FEA (*Finite Element Analysis*).

Tabel-4. Hasil analisis sebaran panas dengan software Psi-therm

No	KETERANGAN	GAMBAR
1	Pukul 08.00	
2	Pukul 10.00	
3	Pukul 12.00	

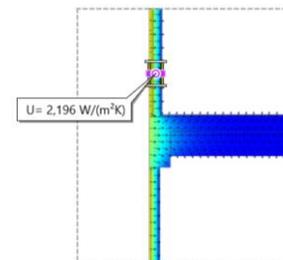
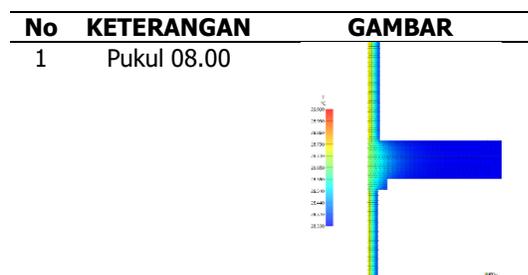


Gambar-8. Hasil perhitungan U-value pada software Psi-therm (Sumber: Data pribadi)

4.3 Analisis Transfer Panas menggunakan software HTflux

Gambar struktur ruang kelas diunggah pada software HTflux. Penggambaran dapat dilakukan secara langsung maupun melalui autocad. Gambar struktur tersebut kemudian diberikan input berupa *temperature, relative humidity dan heat transfer resistance*. Setelah semua data sudah di input, software akan melakukan analisis pada struktur bangunan. Hasil dari analisis ini berupa gradasi warna yang menggambarkan transfer panas pada bangunan.

Tabel-5. Hasil analisis sebaran panas dengan software HTflux



Gambar-9. Hasil perhitungan U-value pada software Psi-therm (Sumber: Data pribadi)

4.4 Analisis Transfer Panas menggunakan software Ansys

Langkah pertama yang dilakukan sebelum melakukan analisa adalah menginput data material yang akan digunakan pada *engineering data* di ansys. Hal ini bertujuan untuk memudahkan proses pemberian material pada gambar struktur bangunan nantinya karena material yang berhubungan dengan tidak tersedia secara lengkap pada *material library* ansys. Setelah penambahan material selesai dilakukan. Kemudian dilanjutkan dengan pemberian perintah *steady state thermal analysis*. Pada fitur tersebut sudah terdapat langkah-langkah yang harus diikuti untuk mendapatkan hasil analisis. Pada ansys struktur

bangunan dapat digambarkan secara 2D maupun 3D secara langsung menggunakan fitur yang tersedia. Namun dapat juga mengunggah hasil penggambaran melalui *software* lain seperti autocad dan sketchup. Gambar yang sudah selesai kemudian diberi material yang sudah diinput ke dalam *engineering data*. Batasan yang diberikan berupa suhu luar dan dalam ruangan dengan menggunakan fitur *convection*. Hasil dari analisis ini ada gradasi warna pada struktur bangunan yang menunjukkan arah pergerakan transfer panas yang berasal dari dinding terluar menuju dinding dalam bangunan.

Tabel-6. Hasil analisis sebaran panas dengan software Ansys

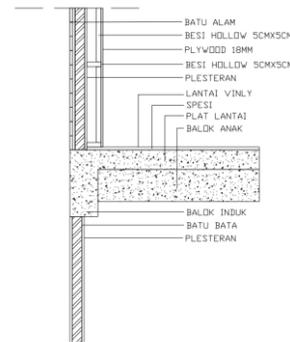
No	KETERANGAN	GAMBAR
1	Pukul 08.00	
2	Pukul 10.00	
3	Pukul 12.00	
4	Pukul 14.00	
5	Pukul 16.00	

4.5 Upaya meminimalisir Transfer Panas pada Bangunan

Pada daerah tropis, temperatur di luar ruangan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan temperatur yang pada ruangan di dalam bangunan. Tingginya temperatur tersebut serta paparan sinar matahari secara langsung pada bangunan akan mempengaruhi suhu pada bagian dalam bangunan. Untuk meminimalisir transfer panas pada bangunan maka akan dilakukan upaya penerapan material peredam panas untuk mengurangi laju transfer panas tersebut. Nilai konduktivitas termal yang dimiliki material peredam panas tergolong rendah sehingga dapat menahan perpindahan panas[24]. Upaya yang dilakukan yaitu :

1. Penerapan ruang kosong antara dinding dan *plywood*

Pada bagian dinding bangunan dilapisi *plywood* disertai dengan pemberian ruang antara dinding dan struktur kerangka pemasangan *plywood* sebesar 10 cm. Proses pemasangan diawali dengan membuat struktur instalasi berbahan besi hollow 5 x 5 cm seperti pada gambar di bawah. Kemudian diberi jarak sebesar 10 cm antara dinding dalam bangunan dengan struktur instalasi tersebut. Setelah itu dipasangkan *plywood* pada sisi terluar struktur instalasi. Ruang kosong yang berada di tengah berfungsi untuk menetralkan transfer panas yang berasal dari ruang bangunan.

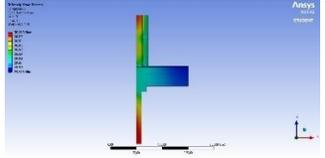


Gambar-10. Struktur pemasangan *plywood* pada dinding (Sumber: Data pribadi)

Ruang panas diantara dinding dan instalasi *plywood* terbukti dapat mereduksi transfer panas yang terjadi. Panas yang merambat dapat dinetralsir pada ruang kosong tersebut sehingga tidak merambat pada *plywood*. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai U-value yang mengalami penurunan menjadi 0,864 W/m² °K.

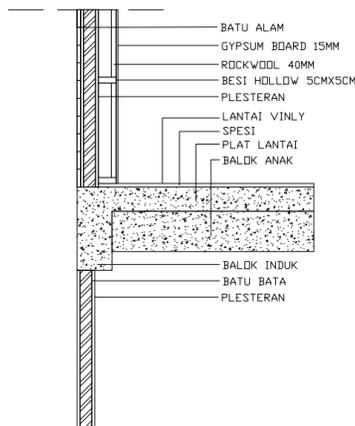
Tabel-7. Hasil analisis sebaran panas pada ruang kosong antara dinding dan instalasi *plywood* dengan software

No	SOFTWARE	GAMBAR
1	HTFlux	
2	Psi-Therm	

No	SOFTWARE	GAMBAR
3	Ansys	

2. Penerapan *rockwool* pada struktur dinding bangunan

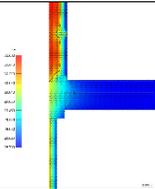
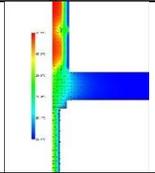
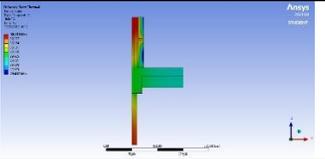
Rockwool merupakan bahan yang sering digunakan untuk meredam suara sekaligus mengurangi panas yang diaplikasikan pada dinding ruangan. Pada ruangan ini diaplikasikan dengan menggunakan hollow 5x5 sebagai rangkanya. Proses pemasangan diawali dengan membuat struktur instalasi seperti pada gambar di bawah. Kemudian diberi jarak sebesar 10 cm antara dinding dalam bangunan dengan struktur instalasi tersebut. Kemudian diaplikasikan *rockwool* pada bagian tengah struktur instalasi. Setelah itu pada sisi terluar dipasang gypsum board 15mm sebagai penutup struktur instalasi tersebut. Pemberian ruang kosong antara dinding dan *rockwool* berfungsi juga untuk mengurangi panas secara alami.



Gambar-11. Struktur pemasangan *rockwool* pada dinding (Sumber : Data pribadi)

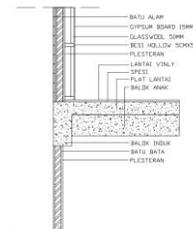
Struktur instalasi *rockwool* ini kemudian dianalisis menggunakan software untuk mengetahui efektifitas instalasi tersebut dalam mengurangi transfer panas pada bangunan. Setelah dilakukan analisis, pada gambar terlihat bahwa dinding gypsum bersuhu tetap yaitu 28,7°C dan tidak terkena pengaruh transfer panas (berwarna biru). Hal tersebut membuktikan bahwa penambahan instalasi *rockwool* pada dinding dapat mengurangi transfer panas pada bangunan.

Tabel-8. Hasil analisis sebaran panas pada ruang kosong antara dinding dan instalasi *rockwool* dengan software

No	SOFTWARE	GAMBAR
1	HTFlux	
2	Psi-Therm	
3	Ansys	

3. Penerapan *glasswool* pada struktur bangunan

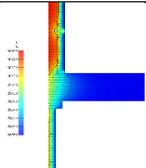
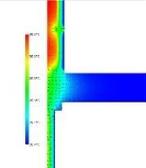
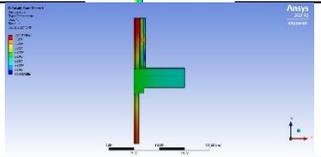
Glasswool dengan ketebalan 50mm diaplikasikan pada dinding bangunan dengan menggunakan rangka besi hollow 5 x 5 cm. Proses pemasangan diawali dengan membuat struktur instalasi seperti pada gambar di bawah. Kemudian diberi jarak sebesar 10 cm antara dinding dalam bangunan dengan struktur instalasi tersebut. Kemudian diaplikasikan *glasswool* pada bagian tengah struktur instalasi. Setelah itu pada sisi terluar dipasang gypsum board 15mm sebagai penutup struktur instalasi tersebut. Bentuk struktur instalasi kemudian dimasukkan ke dalam software untuk di analisa.



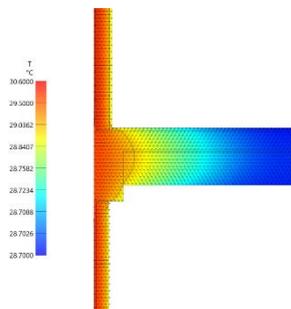
Gambar-12. Struktur pemasangan *glasswool* pada dinding (Sumber : Data pribadi)

Setelah dilakukan analisis, terlihat bahwa dinding bagian dalam bangunan tidak mengalami kenaikan suhu yang sangat signifikan. Transfer panas terlihat terjadi pada dinding dan dapat direduksi oleh adanya ruang kosong antara dinding dan *glasswool* serta oleh material *glasswool* itu sendiri.

Tabel-9. Hasil analisis sebaran panas pada ruang kosong antara dinding dan instalasi *glasswool* dengan software

No	SOFTWARE	GAMBAR
1	HTFlux	
2	Psi-Therm	
3	Ansys	

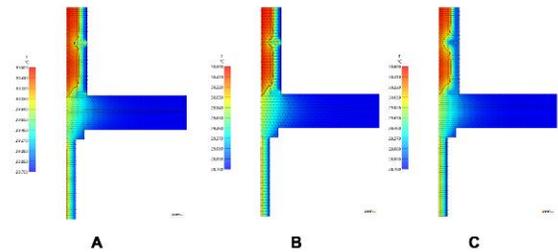
Proses perpindahan panas yang terjadi pada dinding bangunan di daerah tropis lembab disebabkan karena temperatur lingkungan luar bangunan lebih tinggi dibandingkan temperatur yang ada pada ruangan di dalam bangunan. Panas dari matahari merambat melalui dinding terluar bangunan menuju struktur dinding yang ada hingga mengalir masuk ke dinding bagian dalam bangunan. Perpindahan panas ini nantinya akan mempengaruhi kenaikan suhu ruangan dan mengganggu kenyamanan pengguna bangunan.



Gambar-13. Proses transfer panas pada dinding bangunan tropis (Sumber:Data pribadi)

Untuk meminimalisir transfer panas pada dinding bangunan dapat menggunakan material peredam panas seperti *rockwool*, *glasswool*, dan material peredam panas lainnya. Agar dapat meminimalisir panas secara lebih baik, dapat diberikan spesi berupa ruang kosong antara dinding bangunan dengan struktur peredam panas. Ruang kosong ini nantinya akan membantu material peredam panas untuk mengurangi tingkat laju

perpindahan panas pada dinding sehingga panas tidak mencapai dinding dalam bangunan. Melalui hasil analisis yang sudah dilakukan, hal tersebut terbukti mampu mengurangi transfer panas pada dinding secara lebih maksimal.



Gambar-14. Proses transfer panas pada dinding dengan *rockwool* (A), *glasswool* (B) dan ruang antara partisi plywood (C) (Sumber:Data pribadi)

Melalui tabel hasil penelitian yang sudah dilakukan mengenai proses transfer panas pada dinding ruang kelas A.32 dapat ditemukan bahwa :

1. Proses transfer panas pada dinding dipengaruhi oleh material bangunan yang digunakan. Apabila material memiliki konduktivitas yang rendah, panas menjadi lebih sulit untuk dihantarkan. Namun apabila material tersebut memiliki konduktivitas tinggi maka panas akan semakin mudah dihantarkan. Selain itu ketebalan dari suatu jenis material juga ikut memberikan pengaruh pada proses transfer panas yang terjadi.
2. Orientasi bangunan mempengaruhi suhu temperatur dinding bangunan terluar. Sisi bangunan yang menghadap ke sebelah timur terpapar sinar matahari dari pagi hingga siang hari. Sedangkan sisi bangunan yang menghadap ke sebelah barat terpapar sinar matahari dari siang hingga sore hari[1]
3. Perbedaan hasil analisis dari software Psi-therm, HTflux dan ansys yaitu setiap software memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing dalam hal kelengkapan material, fitur maupun hasil analisisnya. Hasil analisis dari setiap software dapat menggambarkan struktur bangunan secara riil melalui analisis. Perbedaannya adalah dari hasil tampilan warna serta tampilan hasil analisisnya. Warna gradasi pada software ansys dan Htflux dapat lebih detail dibandingkan dengan software Psi-

therm. Tetapi pada software ansys tidak dapat memunculkan vector untuk menunjukkan arah transfer panas terjadi serta tidak dapat memunculkan hasil analisis temperatur heat flux bersamaan dengan hasil analisis transfer panas.

5. Kesimpulan

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis lembab, dimana temperatur suhu di luar ruangan lebih tinggi dibandingkan di dalam bangunan. Sifat panas yang mengalir dari suhu tinggi ke suhu rendah akan menyebabkan panas ke dalam bangunan. Transfer panas akan mempengaruhi tingkat kenyamanan thermal pengguna pada ruangan di dalam bangunan. Untuk memahami proses tersebut digunakan software analisis thermal seperti Psi-therm, HTflux dan Ansys yang menerapkan metode *finite element analysis (FEA)* dalam melakukan analisis. Dari hasil analisis, ditemukan bahwa panas merambat dari dinding terluar yang terpapar oleh matahari menuju ke struktur bangunan dan menuju ke dinding di dalam bangunan. Untuk meminimalisir transfer panas tersebut dapat menggunakan lapisan peredam panas pada dinding. Dalam struktur peredam dinding dapat ditambahkan spesi sebagai ruang antara dinding dan lapisan peredam agar transfer panas dapat di reduksi secara efektif. Spesi ini berfungsi untuk mereduksi panas yang berasal dari luar bangunan agar tidak mencapai dinding dalam bangunan.

Software Psi-therm, HTflux dan Ansys dapat melakukan analisis tranfer panas secara menyeluruh dan riil pada struktur bangunan. Namun dalam melakukan analisis terdapat perbedaan dari hasil analisis *software* Psi-therm, HTflux dan ansys. Perbedaan tersebut terletak pada hasil tampilan analisisnya. Pada *software* Ansys dan HTflux memiliki warna yang lebih detail dibandingkan dengan software Psi-therm. Pada *software* Ansys tidak dapat memunculkan hasil analisis temperatur *heat flux* secara bersamaan dengan hasil analisis transfer panas.

Pustaka

- [1] L. M. F. Purwanto and L. Palilih, "Perhitungan Perpindahan Panas Pada Dinding dengan Software Psi-Therm," 2020.
- [2] M. G. Davies, *Building heat transfer*. John Wiley & Sons, 2004.
- [3] "HTflux - Simulation Software." <https://www.htflux.com/en/> (accessed Jan. 12, 2022).
- [4] "Psi-Therm." <https://www.psitherm.uk/> (accessed Jan. 12, 2022).
- [5] "Ansys | Engineering Simulation Software." <https://www.ansys.com/> (accessed Jan. 12, 2022).
- [6] W. A. Altabey, L. Wang, and M. Noori, *Using ANSYS for finite element analysis. Volume II, Dynamic, probabilistic design and heat transfer analysis*.
- [7] C. H. Forsberg, "Heat Transfer : Principles and Applications," in *Heat Transfer Principles and Applications*, Elsevier, 2021, p. iii. doi: 10.1016/b978-0-12-802296-2.01001-5.
- [8] S. Iskandar, "Perpindahan Panas:Teori,Soal,dan,Penyelesaian," 2015.
- [9] M. J. Moran, *Introduction to thermal systems engineering : thermodynamics, fluid mechanics, and heat transfer*. Wiley, 2003.
- [10] F. B. Rowley and A. B. Algren, "Thermal Conductivity of Building Materials," 1937.
- [11] T.-H. McGraw, "Heat and mass transfer," 2007.
- [12] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 03-6389-2000 Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung," 2011.
- [13] W. M. Rohsenow, J. P. (James P.) Hartnett, and Y. I. Cho, *Handbook of heat transfer*. McGraw-Hill, 1998.
- [14] J. L. Aguilar-Santana, M. Velasco-Carrasco, and S. Riffat, "Thermal Transmittance (U-value) Evaluation of Innovative Window Technologies," *Future Cities and Environment*, vol. 6, no. 1, Dec. 2020, doi: 10.5334/fce.99.
- [15] Darminto, "Konservasi Energi Melalui Selubung Bangunan Pada Gedung Rektorat Uin Suska Riau PekanbaruU," 2018.
- [16] W. Sentosa, "Studi Resistensi Termal Dari Pakaian Kerja Menggunakan Termal Manikin," 2019.
- [17] D. Snow, "Plant Engineer's Reference Book Second edition," 1991. [Online]. Available: www.bh.com
- [18] A. Destiawan Wicaksono, T. Ayodha Ajiwiguna, and T. Fisika, "Pengaruh Bahan Insulasi Terhadap Perpindahan Kalor Pada Tangki Penyimpanan Air Untuk Sistem Pemanas Air Berbasis Surya Effect Of Insulation Material To Heat Transfer In Water Storage Tank For Solar Water Heating System," 2017.
- [19] K. Pudyastuti and N. Matthew Lie, "Material Insulasi Terhadap Efek Kehilangan Panas Pada Jalur Pipa Panas Bumi," vol. 4, 2019, [Online].

- Available:
[http://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/index.php/pe
tro](http://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/index.php/pe
tro)
- [20] J. T. Mesin and E. A. Handoyo, "Pengaruh Tebal Isolasi Thermal Terhadap Efektivitas Plate Heat Exchanger (Ekadewi Anggraini Handoyo) Pengaruh Tebal Isolasi Termal Terhadap Efektivitas Plate Heat Exchanger," 2001. [Online]. Available: <http://puslit.petra.ac.id/journals/mechanical/73>
- [21] L. Kristanto, H. Sugiharto, A. D. Atmojo, L. Budi, and D. Loekito, "Studi Reduksi Bunyi Pada Material Insulasi Atap Zincalume," 2011.
- [22] A. Firdaus *et al.*, "Studi Pengaruh Tebal Isolasi Termal Yang Terbuat Dari Bahan Glass Wool Terhadap Laju Pengeringan Ikan Pada Alat Pengering Ikan," 2011.
- [23] L. M. F. Purwanto, "Simulasi transfer panas pada dinding dengan software therm 7.7," *ARTEKS : Jurnal Teknik Arsitektur*, vol. 4, no. 1, pp. 111–116, Dec. 2019, doi: 10.30822/arteks.v4i1.215.
- [24] E. P. Susanto, B. W. Soemardi, and I. Pane, "Studi Penggunaan Dinding Foam Concrete (FC) dalam Efisiensi Energi dan Biaya untuk Pendinginan Udara (Air Conditioner)."