

## Simulasi transfer panas pada dinding dengan software *Therm 7.7*

Leonardus Murialdo Fransiskus Purwanto 

Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain,  
Universitas Katolik Soegijapranata  
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Duwur, Telp. (024) 8441555,  
Semarang - 50234, Indonesia



ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received August 28, 2019 Received in revised form Sept. 10, 2019 Accepted October 06, 2019 Available online December 16, 2019</p> <p><i>Keywords:</i> Building facade Heat transfer Therm software</p> <p><b>Corresponding author:</b> Leonardus Murialdo Fransiskus Purwanto Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang, Indonesia Email: <a href="mailto:lmf_purwanto@unika.ac.id">lmf_purwanto@unika.ac.id</a> ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-7081-489X">https://orcid.org/0000-0002-7081-489X</a></p>	<p><b><i>Heat transfer simulation on the wall with Thermal 7.7 software</i></b></p> <p><i>Counting the heat transfer in building is not something complicated. There are quite a lot of computer simulation software offering precision and variants which meet the needs of the users. Software Therm offers one advantage, which is user-friendly, and can be used for a real plane in building design and can even be used to count the heat transfer in a building map. The difficulty in using this application is the limitation in building material library which is suitable for daily building materials in Indonesia. However, this software allows the users to add building material library by filling in with building material value in connection with simple therm. This research is based on the internal research funded by Soegijapranata Catholic University, the aim of which is to analyze the field of wall materials by utilizing Software Therm with real heat transfer simulation and accurate calculation by mapping plane wall cutting. This research is based on the internal research funded by Soegijapranata Catholic University, the aim of which is to analyze the field of wall materials by utilizing Software Therm with real heat transfer simulation and accurate calculation by mapping plane wall cutting. Descriptive research design is applied to describe the heat transfer through walls by using software Therm and the effects of the heat transfer toward the inside room so that it can provide positive response to anticipate thermal effects entering the building. The finding of this research is expected to be able to become the basis for building design which must give special attention to the direction of building orientation so that the heat transfer of the effects of sunlight toward the wall can be found and be wisely anticipated.</i></p>

### Pendahuluan

Penelitian tentang transfer panas menjadi topik dalam bidang kajian Fisika Bangunan yang terus dilakukan untuk menghasilkan temuan-temuan menarik bagi bangunan (L. M. F. Purwanto 2006; 2017; L. Purwanto, Hermawan, and Sanjaya 2006). Di daerah empat musim, perhitungan transfer panas ini diperlukan sebagai dasar untuk menghasilkan rancangan bahan bangunan baru

yang mampu mengisolasi dinding, agar pengaruh cuaca yang dingin tidak masuk ke dalam bangunan dan kebocoran penghangat ruangan tidak terjadi (L. M. F. Purwanto 2007). Selain itu perhitungan transfer panas juga dibutuhkan untuk menghitung sebaran panas di dalam ruang untuk melihat tingkat efisiensi pemanas ruangan sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan penghangat ruangan terkait dengan desain perletakan di dalam ruang (Irsyad et al. 2017).



Sementara di daerah beriklim tropis, baik lembab maupun kering, perhitungan transfer panas ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran besaran panas yang masuk ke dalam bangunan melalui dinding akibat terpaan sinar matahari (L. M. F. Purwanto 2006a). Dengan demikian upaya mereduksi masuknya panas matahari melalui dinding dapat dilakukan dan direncanakan dengan baik (Lee, Medina, and Sun 2016).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa bidang material dinding dengan memanfaatkan *software therm* dengan simulasi tranfer panas yang dapat secara nyata dan akurat menghitung dan memetakan dalam potongan bidang dinding.

Saat ini banyak *software* yang menawarkan proses penghitungan transfer panas. Penelitian dengan menggunakan *software* WUFI-2D, ternyata terdapat batasan terkait dengan penyederhanaan bentuk (L. M. F. Purwanto and Tichelmann 2018). Akibatnya sebaran panas yang digambarkan tidak dapat menggambarkan kejadian sesungguhnya pada bidang detail bangunan yang dihitung.

Rumusan Masalah yang dibangun sebagai dasar untuk melakukan penelitian ini, diawali dengan membangun pertanyaan masalah sebagai berikut:

1. Apakah *software Therm 7.7* dapat secara riil menggambarkan transfer panas sesuai dengan detail bangunan yang dipilih?
2. Bagaimana proses perhitungan yang digunakan sebagai dasar perhitungan dapat dipertanggungjawabkan melalui gambar distribusi panas dari hasil simulasi perhitungan?
3. Dari pertanyaan masalah ini dicoba diungkapkan langkah dan cara pendekatan untuk menguji coba dan menganalisa secara cermat untuk mengetahui dan menganalisa solusi penyelesaian dari hasil perhitungan transfer panas tersebut.

## Metode penelitian

Metode Penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif untuk menggambarkan dari awal desain penelitian hingga hasil dari penelitian ini. Desain penelitian ini diawali dari menggambar bidang dinding yang menghadap pada arah lintasan sinsr matahari, sehingga dapat dipilih dinding yang terpapar sinar matahari dan terjadi transfer panas

di dalamnya. Dinding ini digambar dengan menggunakan *software* AutoCad dan *file* ditransfer ke DXF (*drawing interchange format*) agar dapat di *underlay* di program *Therm 7.7*. setelah gambar dapat ditampilkan di *Therm*, maka ditetapkan material dari bagian dinding. Setelah itu dilakukan perhitungan transfer panas dan akan tergambar aliran panas dengan perbedaan notasi warna. Gambar tersebut menggambarkan adanya perpindahan panas dari luar bangunan ke dalam bangunan melalui dinding bangunan tersebut. Gambar hasil simulasi tersebut dianalisa dengan uraian dan dukungan literatur sebagai bagian diskusi analitis yang akurat.

Untuk menghitung transfer Panas dilakukan pendekatan perhitungan tahanan permukaan ( $1/\alpha$ ) yang menggunakan patokan umum sebagai berikut (L. M. F. Purwanto 2017):

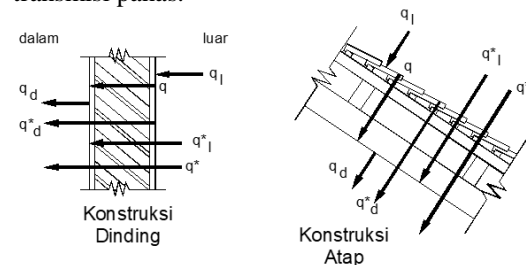
Untuk bangunan di subtropis, dimana temperatur luar lebih dingin daripada temperatur di dalam bangunan, maka digunakan patokan seperti ini:

- a. Tahanan permukaan luar :  $1/\alpha_l = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
- b. Tahanan permukaan dalam :  $1/\alpha_d = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Namun untuk daerah tropis, dimana temperatur dalam bangunan lebih rendah dibanding di luar bangunan, maka digunakan patokan sebagai berikut:

- a. Tahanan permukaan luar :  $1/\alpha_l = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
- b. Tahanan permukaan dalam :  $1/\alpha_d = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Untuk mengetahui temperatur permukaan dan temperatur udara, maka digunakan pendekatan sebagai berikut: Kecepatan kehilangan panas ( $q$ ) diperlukan untuk menghitung temperatur permukaan atap atau dinding. Dengan pendekatan seperti gambar 1 di bawah ini, menunjukkan bahwa ada pengaruh pada setiap bagian bangunan dan adanya tahapan perhitungan pada setiap transmisi panas.



**Gambar 1.** Kecepatan kehilangan panas pada dinding dan atap

## Temuan dan pembahasan

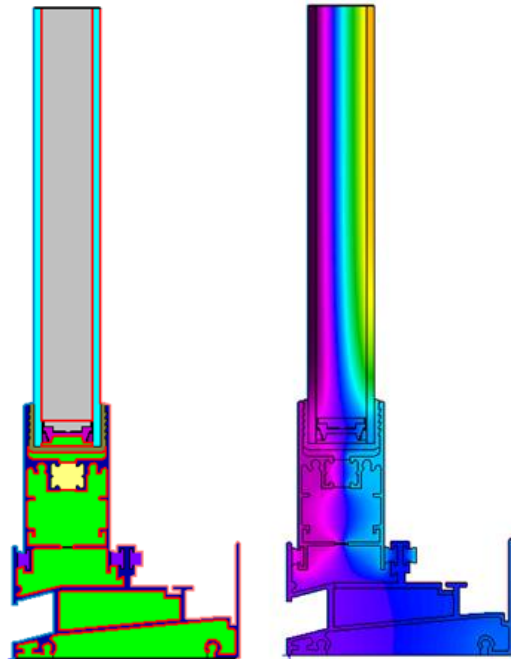
Penelitian ini diawali dengan menggambar satu bagian dinding dengan detail potongan pada kusen aluminium. Pada bagian ini digambar dengan menggunakan program Autocad untuk memudahkan penggambaran. Selanjutnya file disimpan dengan format DXF (*drawing interchange format*). Setelah itu dilakukan pengolahan melalui *software Therm 7.7*. Beban termal yang memasuki ruangan adalah energi radiasi matahari yang diterima oleh permukaan dinding dan kemudian melalui konduksi dilanjutkan ke permukaan bagian dalam dinding.

Energi radiasi matahari yang dapat dilanjutkan ke permukaan bagian dalam dinding dapat mencapai 90%, bergantung pada tingkat kegelapan dinding. Perpindahan panas di dinding juga dipengaruhi oleh konduktivitas termal dinding (Urzędowski, Styczeń, and Wójcicka-Migasiuk 2017). Untuk dapat mensimulasikan beban termal tersebut maka harus secara spesifik mendefinisikan nilai dan karakteristik bahan bangunan. Beberapa bahan dari detail bangunan ini memerlukan tambahan *library* baru untuk ditambahkan dengan menggunakan *input data emissivity coefficient* dan *thermal conductivity*, seperti pada tabel 1 berikut ini:

**Tabel 1.** Bahan bangunan dengan nilai emisi, *density* dan konduktiviti

Material	Emissivity coefficient	Density, P (kg/m <sup>3</sup> )	Thermal conductivity, k (W/m x K)	Specific heat, cp (J/kg x K)
Asbestos paper	0.93 – 0.945	1,92	0.58	-
Brick, fireclay	0.75	1,92	0.72	835
Clay	0.91	-	0.52	-
Gypsum	0.85	800	0.17	-
Plaster	0.91	11,86	0.72	-

Setelah penggambaran dan input data selesai dilakukan mulai dilakukan proses perhitungan dan didapat hasil berupa gambar distribusi panas seperti pada gambar 2.



**Gambar 2.** Distribusi transfer panas pada jendela dengan *software Therm*

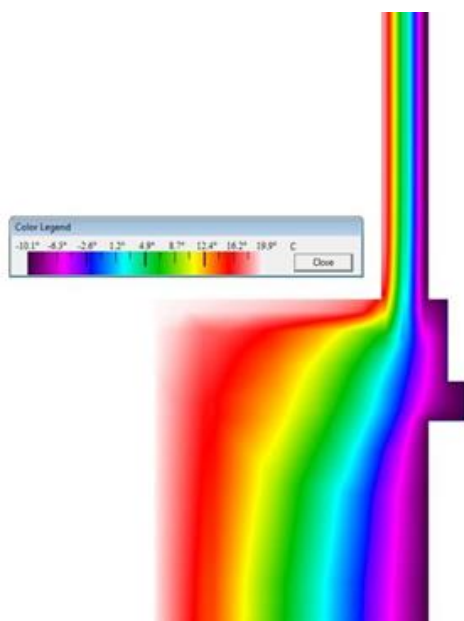
Dari hasil analisis transfer panas dengan menggunakan *software Therm 7.7* ini, ternyata memungkinkan untuk mengevaluasi efisiensi energi dan pola suhu lokal suatu bidang atau detail bangunan, yang langsung terkait dengan masalah kondensasi, kerusakan kelembaban, dan integritas struktural. Analisis transfer panas yang menggambarkan tentang konduksi dua dimensi ini didasarkan pada metode *finite* elemen, yang dapat memodelkan geometri rumit dari detail bagian bangunan (Huizenga et al. 1999).

Dari penelitian ini dengan menggunakan *software Therm* pada detail bagian dinding, diketahui bahwa transfer panas pada bidang dua dimensi sangat penting untuk dipahami, karena dapat menjadi jembatan termal pada dinding, jendela, dan komponen lainnya yang dapat memiliki efek signifikan pada kinerja energi dan kenyamanan penghuni di dalam bangunan. Mengetahui nilai isolasi suatu material tidak cukup untuk menentukan kinerja energi sebuah dinding atau komponen lainnya. Hal tersebut disebabkan karena seluruh area dinding tidak sepenuhnya dipenuhi dengan bahan isolasi.

Dalam kajian analisis pada bidang jendela sebuah sisi bangunan, untuk setiap jenis bahan bingkai jendela memiliki nilai konstan koefisien transfer panas pada permukaan konvektif. Komponen radiasi dimodelkan secara eksplisit pada *software Therm* ini, melalui penggunaan model radiasi berbasis faktor tampilan yang

terperinci. Model ini mengasumsikan bahwa lingkungan dalam ruangan memiliki suhu yang sama dan *emissivity of a black body* ( $\epsilon = 1.0$ ), sedangkan emisivitas yang sesuai ditugaskan untuk setiap bingkai jendela dan permukaan kaca. Sementara sebagian besar permukaan memiliki emisivitas 0,9, logam seperti Aluminium memiliki emisivitas 0,2. Pada sisi luar, bagian konvektif dari kondisi batas ditentukan sebagai konstanta, bergantung pada kecepatan angin. Komponen radiasi dimodelkan secara eksplisit, tetapi di bawah *black body* yang disederhanakan (yaitu, setiap permukaan pada batas fenestrasi luar ruangan memiliki tampilan sempurna dari lingkungan luar dengan faktor tampilan 1,0). Konveksi dan radiasi dalam rongga kaca dan rangka diperkirakan melalui penggunaan konduktivitas efektif ( $k_{\text{eff}}$ ) yang mengasumsikan gas menjadi padatan setara dengan konduktivitas yang sama dengan konduktivitas dasar gas, ditambah konveksi dan komponen radiasi ditambahkan ke nilai konduktivitas. Kushwah, A., et.al., (2017) juga mendukung pernyataan tersebut untuk menghasilkan model transfer termal yang bervariasi sesuai dengan kegunaan, lokasi dan bahan bingkai jendela berikut kacanya yang bervariasi (Kushwah et al. 2017).

Percobaan lain, dengan menggambarkan bidang dinding yang terletak pada lantai dasar bangunan. Diketahui sebaran transfer panasnya seperti pada gambar 3.



**Gambar 3.** Sebaran transfer panas pada dinding lantai dasar

Pada bangunan di daerah tropis, kehilangan panas malah merupakan hal yang diperlukan sehingga ruang di dalam bangunan menjadi lebih sejuk. Kehilangan panas pada bangunan dapat dilakukan dengan membuat pembukaan jendela pada bangunan di daerah subtropik, kehilangan panas merupakan hal buruk yang harus dihindari. Mereka memasang jendela secara hati-hati dan tepat, agar faktor/angka kehilangan dapat diperkecil.

Pada gambar 3. Menunjukkan tumpukkan panas akibat kurangnya ventilasi, sehingga membuat ruang di dalam bangunan tidak nyaman untuk dihuni.

Dengan demikian dapat diketahui transfer panas di dalam bangunan perlu direncanakan seefektif dan seoptimal mungkin, agar perencanaan kenyamanan bangunan dapat dilakukan dengan baik dan solusi yang dipilih juga tepat serta dapat direncanakan sesuai dengan nilai arsitektural yang menawan.

## Kesimpulan

Penggunaan *software Therm* membantu untuk memahami dan mengerti terkait dengan perpindahan panas dari luar bangunan ke dalam bangunan. *Software* ini dapat menggambarkan perpindahan panas sesuai dengan setiap potongan bagian bangunan secara *riil* tanpa harus melakukan penyederhanaan atau penghilangan bagian dari detail bangunan. Dengan demikian setiap bagian bangunan dapat dipahami secara mudah terjadinya tranfer panas sehingga perlakuan-perlakuan untuk menciptakan solusi mengantisipasi masalah termal dapat dilakukan dengan cermat dan bahkan dapat dilakukan dengan pendekatan detail estetika bangunan. *Software Therm* dapat dijadikan pilihan, karena kemudahan dan sekaligus keakuratanya.

## Referensi

- Huizenga, Charlie, Dariush Arasteh, Elizabeth Finlayson, Robin Mitchell, Brent Griffith, Christian Kohler, and Dragan Curcija. 1999. 'Therm 2.0: A Building Component Model For Steady-State Two-Dimensional Heat Transfer', no. May: 0-6.
- Irsyad, M., A. D. Pasek, Y. S. Indartono, and A. W. Pratomo. 2017. 'Heat Transfer

- Characteristics of Building Walls Using Phase Change Material'. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/60/1/012028>.
- Kushwah, Anand, Krishna Dutta Pandey, Ankur Gupta, and Mr Gaurav Saxena. 2017. 'Thermal Modeling of Heat Exchanger: A Review'. *International Journal of Advance Research in Engineering Science & Technology*.
- Lee, Kyoung Ok, Mario A. Medina, and Xiaoqin Sun. 2016. 'Development and Verification of an EnergyPlus-Based Algorithm to Predict Heat Transfer through Building Walls Integrated with Phase Change Materials'. *Journal of Building Physics*. <https://doi.org/10.1177/1744259115591252>.
- Purwanto, L. M. F. 2007. *Arsitektur Tanggap Lingkungan*. Semarang: Penerbit Universitas Katolik Soegijapranata.
- Purwanto, L. M.F. 2006a. *Arsitektur Tropis Dalam Penerapan Desain Arsitektur*. Semarang: Penerbit Universitas Katolik Soegijapranata.
- . 2017. *Fisika Bangunan*. Semarang: cV. Tigamedia Pratama.
- Purwanto, L. M.F., and Karsten Tichelmann. 2018. 'Solar Heat Transfer in Architectural Glass Facade in Semarang Indonesia'. *A/Z ITU Journal of the Faculty of Architecture*. <https://doi.org/10.5505/itujfa.2018.50465>.
- Purwanto, L M F. 2006b. 'PENGARUH BENTUK ATAP BANGUNAN TRADISIONAL TERMAL BANGUNAN ( Sebuah Pencarian Model Arsitektur Tropis Untuk Aplikasi Desain Arsitektur )'. *DIMENSI (Jurnal Teknik Arsitektur)*.
- Purwanto, LMF, Hermawan, and Ridwan Sanjaya. 2006. 'PENGARUH BENTUK ATAP BANGUNAN TRADISIONAL DI JAWA TENGAH UNTUK PENINGKATAN KENYAMANAN (Sebuah Pencarian Model Arsitektur Tropis Untuk Aplikasi Desain Arsitektur)'. *DIMENSI (Jurnal Teknik Arsitektur)*.
- Urzędowski, Arkadiusz, Joanna Styczeń, and Dorota Wójcicka-Migasiuk. 2017. 'ANALYSIS OF THERMAL PROPERTIES AND HEAT LOSS IN CONSTRUCTION AND ISOTHERMAL MATERIALS OF MULTILAYER BUILDING WALLS'. *Advances in Science and Technology Research Journal*. <https://doi.org/10.12913/22998624/69418>.

