

LAPORAN PENELITIAN

Perhitungan Perpindahan Panas Pada Dinding dengan Software Psi-Therm



**Tim Pengusul:
Prof. Dr.-Ing. L.M.F. Purwanto
Lindu Palilih S.T., M.Ars.**

**UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG
Juni 2020**

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN

1. Judul Penelitian : Perhitungan Perpindahan Panas pada Dinding dengan Software Psi-Therm
2. Nama Rumpun Ilmu : Arsitektur
3. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Prof. Dr.-Ing. L.M.F. Purwanto
 - b. NIDN : 0602066801
 - c. Jabatan Fungsional : Guru Besar
 - d. Program Studi : Arsitektur
 - e. No HP : 081575290325
 - f. Alamat Surel/email : lmf_purwanto@unika.ac.id
4. Anggota Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Lindu Palilih, S.T., M.Ars
 - b. NIDK : 5852018173
 - c. Perguruan Tinggi : Universitas Katolik Soegijapranata
5. Lama Penelitian : 1 tahun
6. Biaya Penelitian Total : Rp 2.900.000,-
6. Biaya Penelitian
 - a. Biaya internal PT : Rp 2.900.000,-
 - c. Biaya Institusi lain : ----

Semarang, 27 Juni 2020

Mengetahui,
Dekan Fakultas Arsitektur & Desain

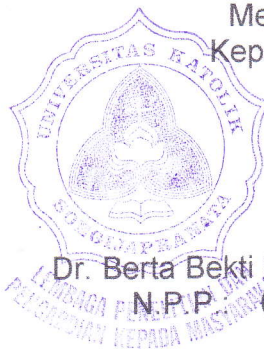
Ketua Peneliti,



Dra.B.Tyas Susanti, M.A., Ph.D.
N.P.P.: 058.1.1989.083

Prof. Dr.-Ing. L.M.F. Purwanto
N.P.P.: 058.1.1997.210

Menyetujui
Kepala LPPM



Dr. Berta Berti Retnawati, S.E., M.Si
N.P.P. 058.1.1998.219

SURAT TUGAS

No. : **114/H.2/FAD/VIII/2019**

Dekan Fakultas Arsitektur dan Desain Universitas Katolik Soegijapranata Semarang, memberikan tugas kepada :

- Nama : **1. PROF. DR-ING LMF PURWANTO**
2. LINDU PALILIH, ST.,MARS
- Status : Dosen Fakultas Arsitektur dan Desain Unika Soegijapranata - Semarang
- Tugas : Team Penelitian " PERHITUNGAN PERPINDAHAN PANAS PADA DINDING DENGAN SOFTWARE PSI-THERM ".
- Tempat : Unika Soegijapranata Semarang
- Waktu : 5 Agustus 2019 s.d 28 Agustus 2020
- Keterangan : Harap melaksanakan tugas dengan baik dan penuh tanggung jawab, serta memberikan laporan setelah melaksanakan tugas.

Semarang, 5 Agustus 2020

Dekan




Dra. B. Tyas Susanti, MA.,Ph.D
NPP. 058.1.1990.083

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PRAKATA	iii
IDENTITAS DAN URAIAN UMUM	iv
DAFTAR ISI	ix
RINGKASAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Permasalahan	1
I.2. Alasan Pemilihan Judul	2
I.3. Perumusan Masalah	2
I.4. Pentingnya atau Keutamaan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1. Kajian Pustaka	4
II.2. Kajian Teori	4
BAB III METODE PENELITIAN	10
III.1. Design Penelitian	10
III.2. Tempat dan waktu	10
III.3. Populasi dan sampel	10
III.4. Identifikasi dan operational variable	11
III.5. Alur penelitian	11
III.6. Metode penelitian	12
BAB IV HASIL PENELITIAN	13
IV.1. Penggambaran Beberapa Bentuk Dinding	13
IV.2. Analisis Tranfer Panas dengan Software Psi Therm	15
BAB V KESIMPULAN	23
REFERENSI.....	24

PRAKATA

Ucapan syukur atas rahmat Allah Bapa kepada kami dalam memberikan terang Roh Kudus dalam memberikan pengertian dan pemahaman, serta berkat rahmat kesehatan, sehingga Laporan penelitian ini dapat disusun untuk diajukan.

Dalam kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya, atas kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian yang berjudul ” **Perhitungan Perpindahan Panas pada Dinding dengan Software Psi-Therm**” , terutama kepada:

1. Rektor Universitas Katolik Soegijapranata. Prof. F. Ridwan Sanjaya, S.E., S.Kom., MSIEC., Ph.D.
2. Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Katolik Soegijapranata. Dr. Bertha Bakti Retnawati S.E., M.Si.
3. Dekan Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Katolik Soegijapranata, Dra.B.Tyas Susanti, M.A., Ph.D.
4. Ketua Program Studi Arsitektur, Universitas Katolik Soegijapranata, Christian Moniaga, S.T., M.Ars.
5. Rekan-rekan Dosen Program Studi Arsitektur, Universitas Katolik Soegijapranata,

Semoga penelitian ini dapat bermanfaat untuk perkembangan Fisika bangunan dalam penggunaan program simulasi komputer

Semarang, 27 Juni 2020

Prof. Dr.-Ing. L.M.F. Purwanto

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

Curriculum Vitae

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Prof. Dr.-Ing. Ir. L.M.F. Purwanto, M.T.
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan Fungsional	Profesor
4	NIP/NIK	058.1.1997.210
5	NIDN	0602066801
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Semarang, 2 Juni 1968
7	Email	lmf_purwanto@unika.ac.id
8	Nomor Telepon/ HP	024 6717537/081 575 290 325/0888 257 6181
9	Alamat Kantor	Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Duwur Semarang 50234
10	Nomor Telepon/Faks	024 8441555 Fax: 024 8445265, 8415429
11	Lulusan yang Telah Dihilangkan	S-1= 57 orang; S-2= 4 Orang; S-3= 0 Orang
12	Mata Kuliah yg Diampu	1. Perencanaan Teknologi dan Sistem Bangunan V
		2. Studio Perencanaan Arsitektur VI
		3. MKPW Fisika Bangunan

B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Katolik Soegijapranata Semarang	Universitas Diponegoro Semarang	Universität Stuttgart, Deutschland (Germany)
Bidang Ilmu	Arsitektur	Arsitektur Tropis	Arsitektur Tropis
Tahun Masuk-Lulus	1986-1991	1004-1996	2001-2004
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Oceanarium di Karimunjawa	Adaptasi Iklim Tropis Lembab Pada Bangunan Kolonial Belanda Di Semarang	Einfluss des feucht-tropischen Klimas auf die niederlandische Kolonialbauten in Semarang
Nama Pembimbing/Promotor	Dipl.Ing. Arch. Paul H. Pandelaki Ir. Eddy Hermanto, M.S.	Prof. Ir, Sidharta Dr.-Ing. Gagoek Hardiman	Prof. Dipl.-Ing. Lothar Götz Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h.

	Arch		mult. Karl Gertis
--	------	--	-----------------------------------

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2014	EVALUASI TATA RUANG BANGUNAN GEREJA KATOLIK DI SEMARANG	Universitas Katolik Soegijapranata	Rp 2.000.000,-
2	2014-2015	KONSEP TATA RUANG DAN SISTEM BANGUNAN ARSITEKTUR TIONGHOA DI PECINAN LASEM TELAAH TERHADAP PROSES AKULTURASI BUDAYA	Ristek Dikti	Rp 127.632.000,-
3	2017	DIE BERECHNUNG DER SONNENHITZE IN GEBÄUDEN MIT GLASSARCHITEKTUR IN SEMARANG INDONESIA	Katholischer Akademischer Ausländer -Dienst	5.700 Euro

D. Pengalaman Pengabdian Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2013	PELATIHAN 'WORKSHOP PEKERTI BAGI PTS ANGGOTA APTISI WILAYAH VI'	APTISI WILAYAH VI	Rp 4.000.000,-
2	2013	PELATIHAN 'WORKSHOP APPLIED APPROACH BAGI PTS ANGGOTA APTISI WILAYAH VI'	APTISI WILAYAH VI	Rp 4.000.000,-
3	2014	PELATIHAN 'WORKSHOP PEKERTI BAGI PTS ANGGOTA APTISI WILAYAH VI'	APTISI WILAYAH VI	Rp 4.000.000,-
4	2014	PELATIHAN 'WORKSHOP APPLIED APPROACH BAGI PTS ANGGOTA APTISI WILAYAH VI'	APTISI WILAYAH VI	Rp 4.000.000,-
5	2015	PELATIHAN 'WORKSHOP PEKERTI BAGI PTS ANGGOTA APTISI WILAYAH VI'	APTISI WILAYAH VI	Rp 4.000.000,-
6	2016	PELATIHAN 'WORKSHOP APPLIED	APTISI	Rp 4.000.000,-

		APPROACH BAGI PTS ANGGOTA APTISI WILAYAH VI'	WILAYAH VI	
7	2016-2018	DESIGN GEREJA KRISTUS RAJA SEMESTA ALAM TEGALREJO SALATIGA	Gereja Katolik Kristus Raja Semesta Alam	Rp----

E. Publikasi Artikel Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
1	Kajian Pasca Huni Rumah Dome Di Ngelepen Ditinjau Dari Aspek Fisika Bangunan (bersama Mahasiswa: Raditya Utama)	Jurnal Tesa	Volume 11 No 1 Edisi Januari 2012, ISSN 1410- 6094
2	Acculturation in the Architecture of Lasem City	Asian Journal of Engineering and Technology (ISSN: 2321 – 2462)	Volume 05 – Issue 02, April 2017
3	Designing Building Marials Of Plastic Waste Panel	International Journal of Recent Scientific Research ISSN 0977-3031	Vol.8, Issue,4 April 2017
4	Acculturation on Spatial Pattern of the Chinese Houses in Lasem	European Journal of Social Sciences ISSN 145-022- 67	Vol 55 No 1 May 2017
5	Modelling Of Plastic Waste As An Alternative Building Material In The Form Of Bricks	International Journal of Advanced Engineering and Management Research ISSN: 2456-3676	Vol. 2 Issue 3, June 2017
6	The Accessibility of Disabled People in the Sports Arena of Semarang City	International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER) ISSN (Online): 2347-3878	Volume 6 Issue 1, January 2018
7	Promoting Traditional Javanese Architecture Using Architrads Software	International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562	Volume 13, Number 6, March 2018

F. Pemakalah Seminar Ilmiah Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel	Waktu dan Tempat
1	Seminar Nasional Rumah Tradisional	Akulturası Budaya Pada Pola Tata Ruang Rumah Tionghoa Di Lasem	Lombok 19-20 November 2014
2	Seminar Nasional Seri ke 5 Menuju Masyarakat Madani dan Lestari	Lasem Sebagai Model Kota Madani	Yogyakarta 16 Desember 2015

3	Seminar Nasional 2015 FTSP ITN Malang	Akulturasi Budaya Dan Bentuk Arsitektur Di Kota Lasem	Malang, 5 Sept 2015
4	Seminar Architecture Research And Technology UKDW Yogyakarta	Sejarah Budaya Lasem sebagai Model Kota Akukuratif	Yogyakarta, 7 November 2016

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Struktur dan Konstruksi Rumah Tionghoa Lasem	2014	33	Semarang, Penerbit Universitas Katolik Soegijapranata
2	Fisika Bangunan	2017	113	Penerbit CV. Tigamedia Pratama

H Perolehan HKI

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1	Buku Fisika Bangunan	2018	Hak Cipta	EC00201806408
2	Program Komputer "Perhitungan Thermal"	2018	Hak Cipta	EC00201814280

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respons Masyarakat

J. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Penyaji Terbaik Penelitian Ristek Dikti	Ristek Dikti	2015

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Semarang, 27-06-2020

(Prof. Dr.-Ing. Ir. L.M.F. Purwanto, M.T.)

RINGKASAN

Transfer Panas merupakan bagian dari Bidang Fisika Bangunan yang mempelajari perambatan panas dalam dinding yang dapat mempengaruhi temperature di dalam bangunan. Pada negara empat musim panas di dalam ruangan dibutuhkan untuk menghangatkan ruangan agar nyaman dihuni, karena iklimnya yang dingin. Sebaliknya di Indonesia dengan iklim tropis lembab, kenyamanan ruang dapat dicapai jika temperature di dalam ruang rendah dan tidak mendapat penambahan panas dari sinar matahari di luar bangunan. Pencegahan penambahan panas melalui rambatan panas matahari dari dinding luar bangunan, perlu dipelajari dan digunakan untuk mengantisipasi panas yang masuk ke dalam bangunan. Temperatur ruang yang tidak meningkat akibat rambatan panas di dinding merupakan keuntungan dalam penghematan energi listrik yang dibutuhkan oleh pengkondisian udara buatan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung proses perpindahan panas di dalam dinding fasade bangunan yang mempengaruhi ruang di dalam bangunan. Dari perhitungan tersebut diupayakan pencegahan dengan berbagai varian peneanggulangan, baik dengan bahan bangunan, memberikan pelapis di dinding luar sebagai isolator, maupun desain dinding yang digunakan untuk menghitung proses perpindahan panas di dalam dinding fasade bangunan yang mempengaruhi ruang di dalam bangunan. Dariperhitungan tersebut diupayakan pencegahan dengan berbagai varian peneanggulangan, baik dengan bahan bangunan, memberikan pelapis di dinding luar sebagai isolator, maupun desain dinding yang digunakan

Pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk menggambarkan proses penggunaan program simulasi Psi-Therm untuk menghitung transfer panas pada dinding yang masuk ke dalam ruangan. Hasil dari simulasi Psi-Therm ini diuraikan dalam narasi terkait besaran perpindahan panas, waktu perpindahan panas, puncak akumulasi panas pada dinding fasade

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Permasalahan

Setiap bangunan selalu akan dipengaruhi oleh iklim setempat. Pada daerah beriklim empat musim, pengaruh dingin di sekitar bangunan, selalu menjadi masalah dan diantisipasi agar orang yang tinggal di dalam bangunan dapat merasa nyaman dan ruang dapat mencapai kenyamanan termal yang layak huni. Demikian juga bangunan ditempat beriklim tropis lembab seperti di Indonesia, perlu juga dipikirkan kenyamanan ruangnya. Temperature yang tinggi sepanjang hari dan sepanjang tahun merupakan masalah tersendiri di iklim tropis lembab (Purwanto, L.M.F. & Karsten Tichelmann, 2018). Ruang di dalam bangunan terpengaruh oleh lingkungan sekitarnya telah memiliki temperature yang cukup tinggi. Jika dinding yang berbatasan dengan udara luar tidak direncanakan dengan baik, maka akan menambah temperature di dalam bangunan, karena rambatan panas matahari melalui dinding dan masuk ke dalam bangunan (lihat gambar 1).



Gambar 1. Peningkatan temperature ruang di dalam bangunan

Rambatan panas ini harus dicegah, karena penambahan panas yang dihasilkan juga akan meningkatkan konsumsi energi untuk pengkondisian udara, saat ruang membutuhkan AC untuk menurunkan temperature dan kelembaban udara. Konsumsi listrik untuk menjalankan system pengkondisian udara menghabiskan 60% dari total pemakaian listrik di dalam bangunan. Dapat dibayangkan, jika konsumsi listrik yang tinggi ini akan semakin meningkat jika panas matahari masuk ke dalam bangunan melalui rambatan dinding dan mempengaruhi penambahan panas di dalam bangunan (Yeang , K., 1995). Permasalahan ini yang akan diteliti dan diupayakan agar penambahan panas

melalui dinding dapat diminimalisir. Pengurangan transfer panas melalui dinding dapat dilakukan dengan perencanaan dinding yang berbatasan dengan udara luar dengan seksama dan melalui perhitungan yang cermat. Perhitungan menggunakan software Psi-Therm ini dilakukan untuk melihat simulasi transfer panas pada beberapa bentuk dan bahan bangunan dinding yang berbatasan dengan udara luar serta melihat thermal transport yang terjadi, sehingga dapat diketahui tingkat efisiensi dari setiap bahan dan bentuk dinding tersebut. Dengan demikian dapat dipilih dengan cermat dinding yang tepat untuk bangunan di daerah beriklim tropis lembab.

I.2. Alasan Pemilihan Judul

Transfer Panas pada dinding yang berbatasan dengan udara luar sangat penting untuk diperhitungkan dengan baik agar tidak meningkatkan panas di dalam bangunan yang berimbas pemborosan energi listrik untuk pengkondisian udara. Perhitungan transfer panas lazim diperhitungkan pada bangunan di daerah empat musim, namun jarang dilakukan di daerah beriklim tropis. Perbedaan nya adalah pada negara empat musim, bangunan diperhitungkan agar panas di dalam bangunan tidak menurun karena pengaruh dingin di luar bangunan. Sedangkan di daerah beriklim tropis lembab memikirkan agar temperature ruangan yang lebih rendah/dingin dibandingkan temperature di luar bangunan, harus dapat dipertahankan dan tidak meningkat temperaturnya. Kedua kasus tersebut sama sama dipengaruhi oleh transfer panas pada dinding yang berbatasan dengan lingkungan luar bangunan. Maka dengan pemikiran tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mempertahankan kualitas termal di dalam bangunan yang berimbas penghematan energi akibat penggunaan penghawaan buatan di dalam bangunan.

I.3. Perumusan Masalah

Perpindahan Panas dalam bangunan melalui dinding menjadi kajian global tanpa mengenal lokasi geografis, karena semua daerah selalu memerlukannya untuk membuat kenyamanan di dalam bangunan tercapai, menekan pemborosan energi akibat beban thermal di dalam bangunan dan memahami pola perpindahan panas yang dapat diantisipasi dengan pemilihan bahan bangunan maupun desain fasade bangunan.

Permasalahan dalam Penelitian ini yang akan di kaji adalah:

1. Bagaimana pola perpindahan panas pada bangunan dengan penggambaran heat flow pada dinding fasade bangunan (lihat halamanm15-20)
2. Bagaimana Transfer Panas dalam dinding fasade bangunan dapat ditahan dan dikendalikan agar tidak mempengaruhi kenyamanan di dalam ruang? (lihat halaman 21-22)

I.4. Pentingnya atau Keutamaan Penelitian

Keutamaan penelitian ini adalah pada upaya menentukan desain bahan bangunan dan bentuk dinding yang berbatasan dengan udara di luar bangunan untuk menghasilkan bangunan yang nyaman dan terhindar dari penambahan panas matahari yang menerpa dinding. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan panas melalui rambatan panas pada dinding, maka pendekatan dan analisis yang dilakukan adalah dengan perhitungan finite elemen dengan menggunakan software Psi-Therm. Dengan software ini akan diketahui secara nyata thermal transport melalui gambar gradasi panas yang terjadi pada dinding dan akan dianalisis seberapa besar pengaruhnya terhadap peningkatan temperature udara di dalam ruang. DEngan demikian akan diketahui tingkat efiesiensi masing masing bentuk dan bahan bangunan pada dinding yang dijadikan model analisis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Kajian Pustaka

Kajian tentang transfer panas dapat dilakukan dengan berbagai varian software yang sudah tersedia. Penelitian Purwanto, LMF & Tichelmann, K, 2018 menggambarkan transfer panas melalui permukaan kaca dengan software WUFI-2D. software WUFI-2D memiliki kelemahan yaitu gambar yang disajikan tidak dapat riil sesuai dengan gambar arsitekturalnya. Namun software ini sudah dapat membantu memberikan gambaran transfer flow yang terjadi pada dinding maupun kaca.

Penelitian Gijón-Rivera, M., et.al., 2016 menarik untuk dicermati terkait dengan membandingkan beberapa bahan bangunan terkait dengan efek transfer panas yang terjadi. Kode numerik yang dikembangkan dalam bahasa pemrograman FORTRAN telah sangat diverifikasi dan divalidasi dengan menggunakan berbagai masalah dari literatur seperti:

- a. konveksi alami laminar dan transfer massa dalam rongga persegi yang dipanaskan secara diferensial
- b. solusi benchmark konveksi alami dengan aliran turbulen dalam rongga persegi
- c. hasil eksperimental dari konveksi alami dalam rezim aliran turbulen dalam rongga persegi yang diisi udara
- d. analisis konveksi alami dengan radiasi di rongga persegi yang dipanaskan secara berbeda

Pada penelitian penelitian yang dilakukan belum ada yang menggunakan penelitian dengan menggunakan software Psi-Therm sebagai alat simulasi termal transport seperti pada penelitian yang dilakukan ini.

II.2. Kajian Teori

A. Software Simulasi Psi-Therm

Software Psi Therm, menyediakan perangkat lunak penilaian jembatan termal yang divalidasi ISO 10211. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk menilai dan mengoptimalkan desain bangunan

untuk menghitung kehilangan panas yang lebih rendah melalui bidang bangunan serta menghilangkan kondensasi permukaan.

Perangkat lunak Psi-Therm adalah alat analisis *Finite Element Mesh* yang tersedia untuk analisis jembatan termal dalam komponen konstruksi.

Perangkat lunak Psi-Therm menggunakan platform CAD, yang berarti pengguna mendapat manfaat dari alat perancang canggih untuk menghasilkan model jembatan termal dengan cepat dan mudah, serta dapat mengimpor file .dwg dan .dxf dari versi rilis AutoCAD apa pun. (<https://www.psitherm.uk>)

B. Transfer Panas

Tahanan permukaan ($1/\alpha$) menggunakan patokan umum sebagai berikut:

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

Tahanan permukaan luar : $1/\alpha_l = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Tahanan permukaan dalam : $1/\alpha_d = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

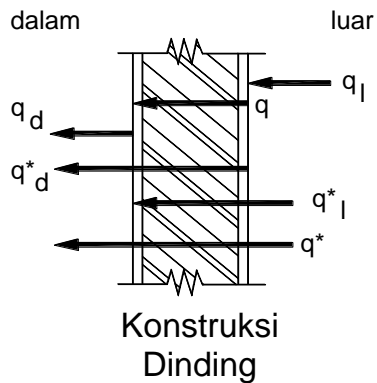
Namun untuk daerah tropis, dimana temperatur dalam bangunan lebih rendah dibanding di luar bangunan, maka digunakan patokan sebagai berikut:

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

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 di bawah ini, menunjukkan bahwa ada pengaruh pada setiap bagian bangunan dan adanya tahapan perhitungan pada setiap transmisi panas. m^3 (Purwanto, 2017)



Gambar 2. Perambatan Panas pada dinding

$$q_d = q_l = q \quad [\text{W/m}^2]$$

Kecepatan kehilangan panas dari udara di luar bangunan ke dinding permukaan di luar bangunan, dengan pendekatan:

$$q_l = \frac{(\mathcal{G}_{ul} - \mathcal{G}_{pl})}{1/\alpha_l} \quad [\text{W/m}^2]$$

Kecepatan kehilangan panas dari dinding permukaan di dalam bangunan ke udara di dalam bangunan, dengan pendekatan:

$$q_d = \frac{(\mathcal{G}_{pd} - \mathcal{G}_{ud})}{1/\alpha_d} \quad [\text{W/m}^2]$$

Kecepatan kehilangan panas dari dinding permukaan di luar bangunan ke dinding permukaan di dalam bangunan, dengan pendekatan:

$$q = \frac{(\mathcal{G}_{pl} - \mathcal{G}_{pd})}{s/\lambda} \quad [\text{W/m}^2]$$

Kecepatan kehilangan panas dari udara di luar bangunan ke dinding permukaan di dalam bangunan, dengan pendekatan:

$$q_{i}^{*} = \frac{(\vartheta_{pd} - \vartheta_{ul})}{1/\alpha_i + 1/\Lambda} \quad [\text{W/m}^2]$$

Kecepatan kehilangan panas dari dinding permukaan di luar bangunan ke udara di dalam bangunan, dengan pendekatan:

$$q_{d}^{*} = \frac{(\vartheta_{ul} - \vartheta_{pd})}{1/\alpha_i + 1/\Lambda} \quad [\text{W/m}^2]$$

Kecepatan kehilangan panas dari udara di luar bangunan ke udara di dalam bangunan, dengan pendekatan:

$$q^{*} = q_i + q_d \quad [\text{W/m}^2]$$

$$q^{*} = \frac{(\vartheta_{ul} - \vartheta_{pl})}{1/\alpha_i} + \frac{(\vartheta_{pl} - \vartheta_{pd})}{s/\lambda} + \frac{(\vartheta_{pd} - \vartheta_{ud})}{1/\alpha_d} \quad [\text{W/m}^2]$$

$$q^{*} = \frac{\vartheta_{ul} - \vartheta_{pl} + \vartheta_{pl} - \vartheta_{pd} + \vartheta_{pd} - \vartheta_{ud}}{1/\alpha_i + s/\lambda + 1/\alpha_d} \quad [\text{W/m}^2]$$

$$q^{*} = \frac{\vartheta_{ul} - \vartheta_{ud}}{1/\alpha_i + \sum_n (s/\lambda)_n + 1/\alpha_d} = k(\vartheta_{ul} - \vartheta_{ud}) \quad [\text{W/m}^2]$$

Komponen lain dalam menghitung transfer panas ini adalah menghitung tahanan benda (1/Λ):

$$\frac{1}{A} = \frac{s}{\lambda} \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

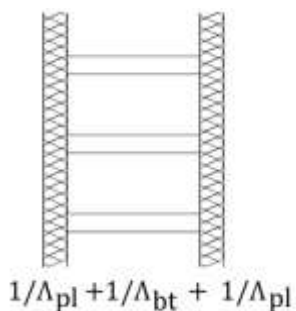
Dimana: s = tebal bahan [m] dan λ [W/mK] adalah hantaran jenis bahan bangunan, yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel.1: Hantaran Jenis bahan bangunan

bahan bangunan	hantaran jenis
Asbes	0,034
Lembaran semen asbes	0,216
Batu bata	0,500
Beton	1,440
Plesteran	0,350
Kayu	0,160
Seng	110,000
Baja	58,000
Genteng	0,775
Udara	0,026
Air	0,580

Dengan demikian tahanan panas ($R = 1/ U_{\text{value}}$) dapat dihitung dengan rumus:

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



$$\sum \frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{\Lambda_{pl}} + \frac{1}{\Lambda_{bt}} + \frac{1}{\Lambda_{pl}}$$

Dimana:

$$\frac{1}{\Lambda_{pl}} = \text{tahanan plesteran}$$

$$\frac{1}{\Lambda_{bt}} = \text{tahanan batu bata}$$

Sedangkan hantaran permukaan (U_{value}) merupakan kebalikan dari tahanan panas, yang dihitung dengan pendekatan:

$$U_{value} = \left(\frac{1}{\alpha_d} + \sum \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_l} \right)^{-1} \quad [W/m^2K]$$

dengan $q^* = \frac{\vartheta_{ul} - \vartheta_{ud}}{1/\alpha_d + s/\lambda + 1/\alpha_l}$ $[W/m^2]$ maka

$$q^* = U_{value} (\vartheta_{ul} - \vartheta_{ud}) \quad [W/m^2]$$

Maka dari komponen perhitungan tersebut di atas, maka temperatur permukaan atap ataupun dinding dapat dihitung sebagai berikut:

Temperatur permukaan luar : $\vartheta_{pl} = \vartheta_{ul} + 1/\alpha_i \cdot q$ $[^{\circ}C]$

Temperatur permukaan dalam : $\vartheta_{pd} = \vartheta_{ud} - 1/\alpha_d \cdot q$ $[^{\circ}C]$

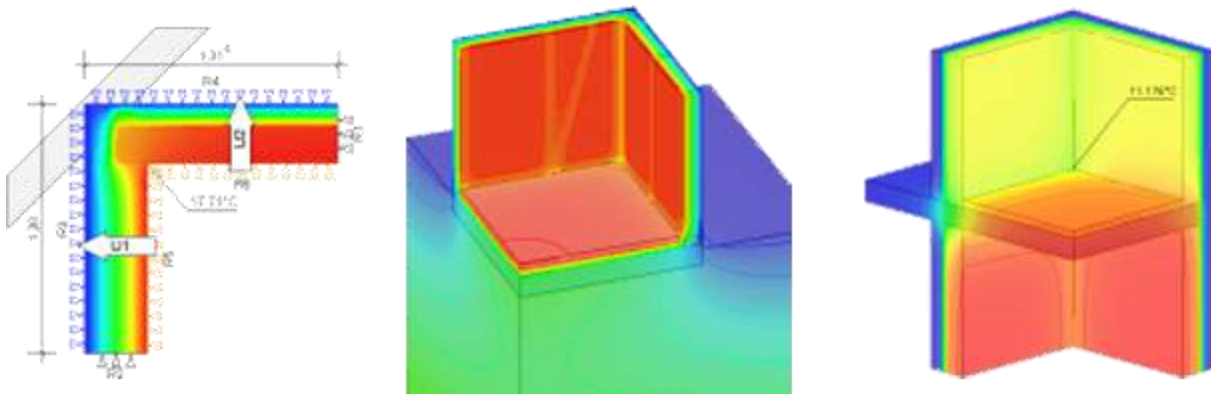
Teori dan rumus tersebut di atas merupakan dasar dalam perhitungan transfer panas dan dipadukan dengan finite elemen menjadi pijakan pada software Psi-Therm yang digunakan dalam penelitian ini

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1. Design Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan diawali menggambar model dinding fasade dengan bentuk dasar batu bata di plester dan diaci. Bentuk dan posisi beberapa dinding digambar dengan AUtoCAD yang dipindah ke file dxf. Kemudian data tersebut disimulasikan dalam software Psi-Therm untuk melihat pola perpindahan panasnya. Jika panas di dalam meningkat akibat perpindahan panas tersebut, maka akan dilakukan simulasi bahan dan bentuk dari dinding fasade tersebut, sampai mendapat hasil yang optimal dalam menahan laju masuknya panas melalui perpindahan panas pada dinding fasade.



Gambar 3. Contoh Perpindahan panas dengan Software Simulasi Psi-Therm

III.2. Tempat dan waktu

Tempat penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Bangunan Program Studi Arsitektur Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Katolik Soegijapranata dalam kurun waktu 3 bulan. Dan dilanjutkan di rumah pada masa pandemic COVID-19

III.3. Populasi dan sampel

Pada penelitian ini menetapkan satu bentuk dinding terlebih dahulu dari semua varian bahan dinding. Pengambilan sampel yang digunakan dengan metode Criterion Sampling yaitu menetapkan kriteria dinding yang akan digunakan sebagai sampel, yaitu:

1. Dinding yang banyak dan lazim digunakan di Indonesia
2. Dinding yang dipahami dan tukang sudah dapat membangun dengan lancar

3. Pandangan masyarakat terkait dengan bahan dinding sudah diterima dan digunakan dalam bangunan rumah tinggal pada umumnya

Dari kriteria tersebut, diambil sampel bentuk dinding batu bata dengan plesteran dan acian seperti pada bangunan rumah pada umumnya dan posisi perletakan dan orientasinya.

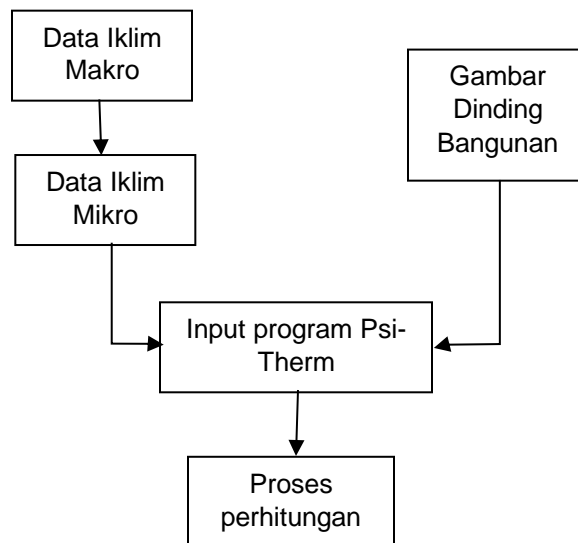
III.4. Identifikasi dan operational variabel

Variabel dalam simulasi komputer Psi-Therm ini berupa:

- Ketebalan dinding
- Jenis pelapis dinding
- Orientasi arah hadap dinding
- Data iklim Semarang.

III.5. Alur penelitian

Alur penelitian ini digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut:



Gambar 4. Alur penelitian

Alur kerja tersebut di atas yang mengarahkan langkah penelitian secara sistematis, dimulai dari pengumpulan data iklim, dinding bangunan, proses simulasi Psi-Therm sampai dengan hasil akhir grafik simulasi.

III.6. Metode penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif untuk menggambarkan proses penggunaan program simulasi Psi-Therm untuk menghitung transfer panas pada dinding yang masuk ke dalam ruangan. Hasil dari simulasi Psi-Therm ini diuraikan dalam narasi terkait besaran perpindahan panas, waktu perpindahan panas, puncak akumulasi panas pada dinding fasade.

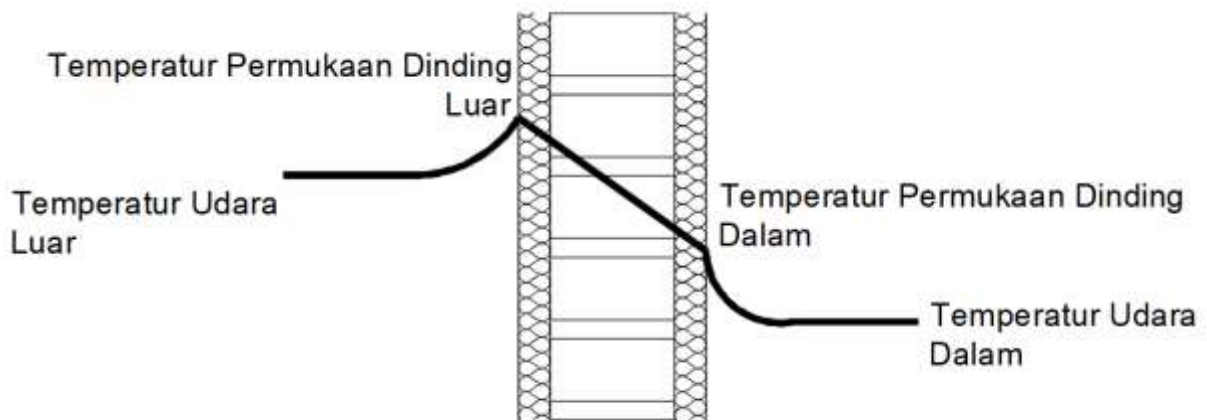
BAB IV

HASIL PENELITIAN

IV.1. Penggambaran Beberapa Bentuk Dinding

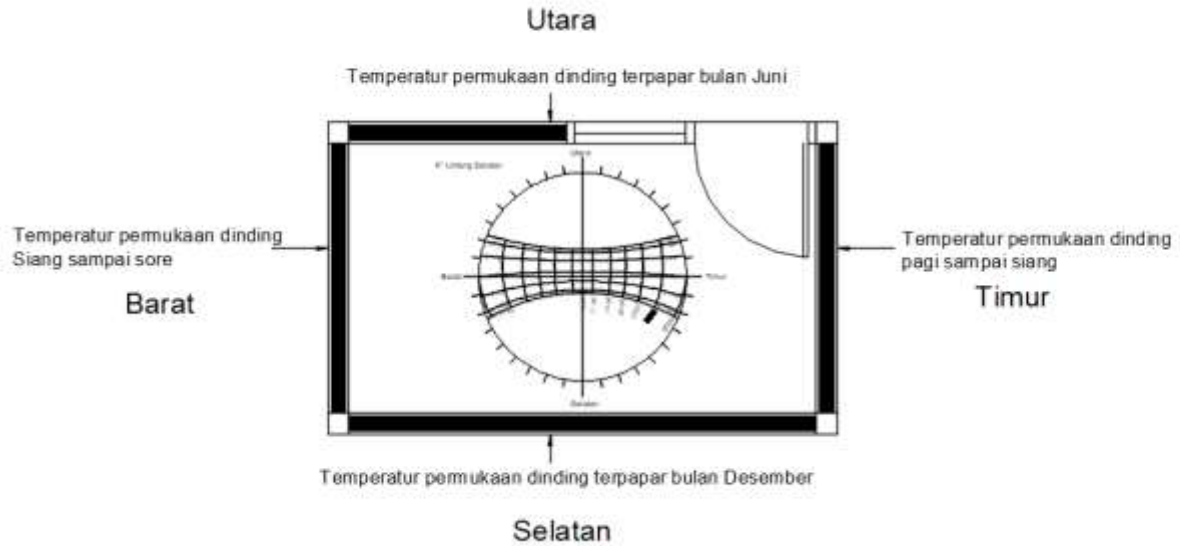
Pada Perhitungan thermal, pendekatan yang digunakan adalah pendataan pada beberapa titik ukur sekeliling bangunan yang meliputi (lihat gambar 5):

1. Temperatur udara luar
2. Temperature permukaan dinding luar
3. Temperature permukaan dinding dalam
4. Temperatur udara dalam



Gambar 5 Transfer panas pada dinding di daerah tropis)

Temperature udara luar pada semua orientasi bangunan memiliki nilai yang sama dan tidak dipengaruhi oleh sinar matahari. Sementara pada temperature permukaan dinding luar sangat dipengaruhi oleh paparan dan lintasan matahari. Permukaan dinding di sisi Timur akan terpapar sinar matahari pada pagi sampai siang hari dan sisi barat akan terpapar mulai siang sampai sore. Pada lorientasi selatan dan utara sangat terpengaruh oleh bulan, yaitu pada bulan desember akan terpapar matahari pada sisi selatan dan pada bulan juni akan terpapar sinar matahari di sisi utara (lihat gambar 6)



Gambar 6. Posisi pengaruh arah mata angin terhadap temperature dinding dan permukaan dinding)

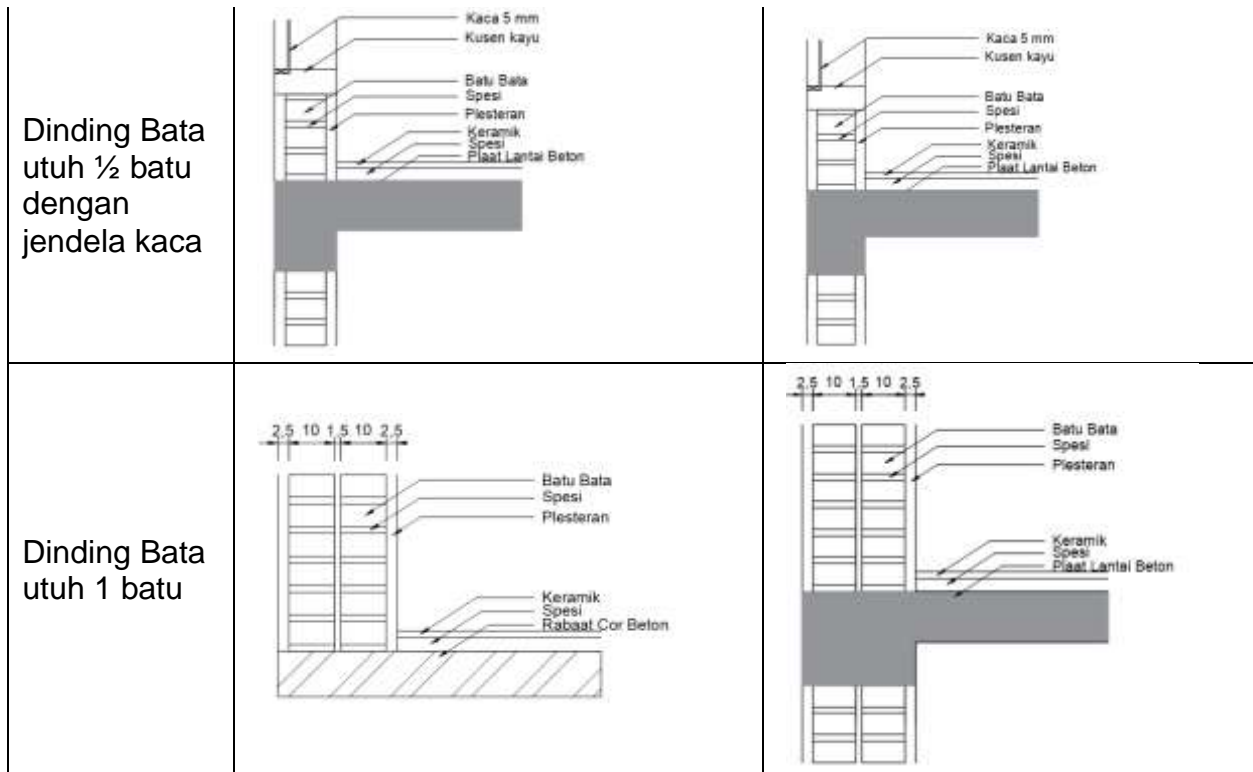
Pada penelitian ini akan digunakan beberapa pendekatan dalam perhitungan yaitu:

1. Variasi bentuk dinding
2. Empat arah matanaging sebagai variable
3. Posisi doinding di lantai Dasar dan di lantai atas

Variasi bentuk dinding ditetapkan seperti pada table 1 berikut ini.

Tabel 1: Variasi bentuk dinding

	Lantai Dasar	Lantai Atas
Dinding Bata utuh ½ batu		

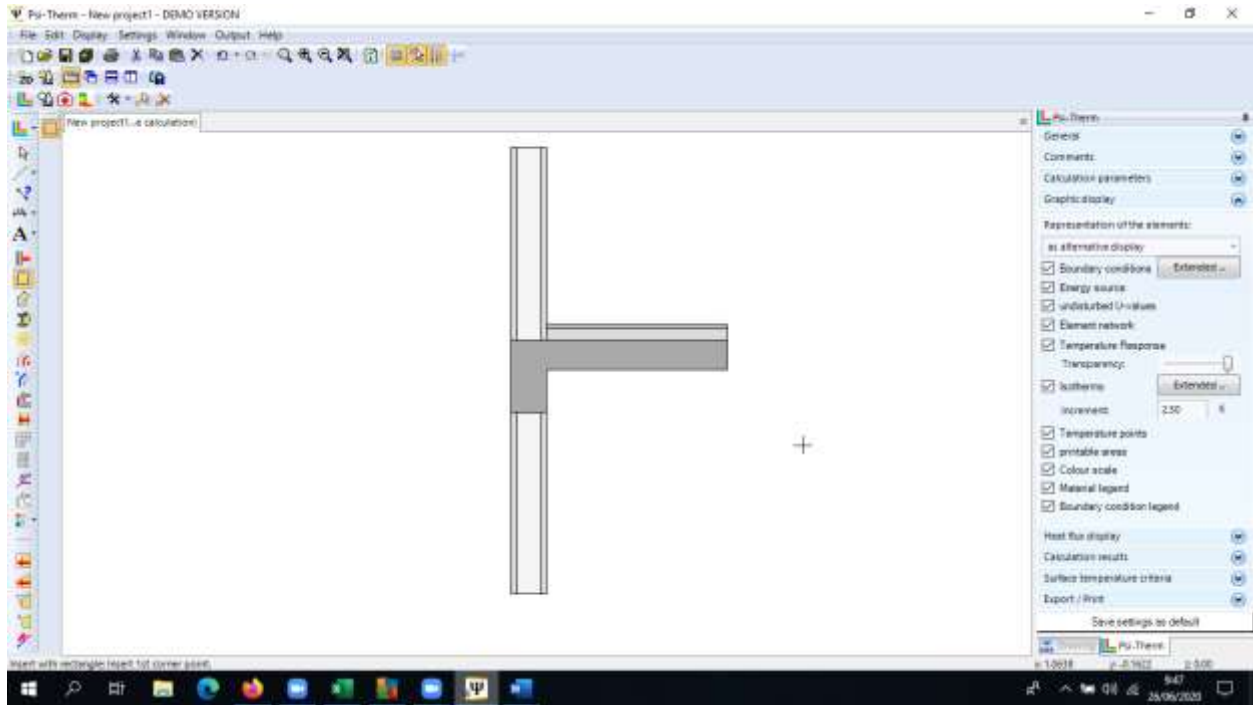


Dari bentuk dinding tersebut dianalisis dengan menggunakan software Psi-Therm dengan input data meliputi”

- Bahan bangunan dinding
- Nilai tahanan benda (R) dari setiap bahan bangunan, seperti, plesteran, batu bata, lantai keramik, spesi, beton, kusen kayu dan kaca
- Temperatur permukaan dinding dalam dan luar yang berbeda sesuai dengan arah mataangin.
- Nilai U_{value} masing masing dinding

IV.2. Analisis Tranfer Panas dengan Software Psi-Therm

Penggambaran kosntruksi dinding dari file Auto-CAD dapat digunakan secara langsung sebagai data di Software Psi-Therm yaitu dengan mengunah extensi dari dwg ke dxf, namun dapat juga langsung Digambar memlalui failitas di Software Psi Therm. Hasil dari penggambaran tersebut seperti pada gambar 7

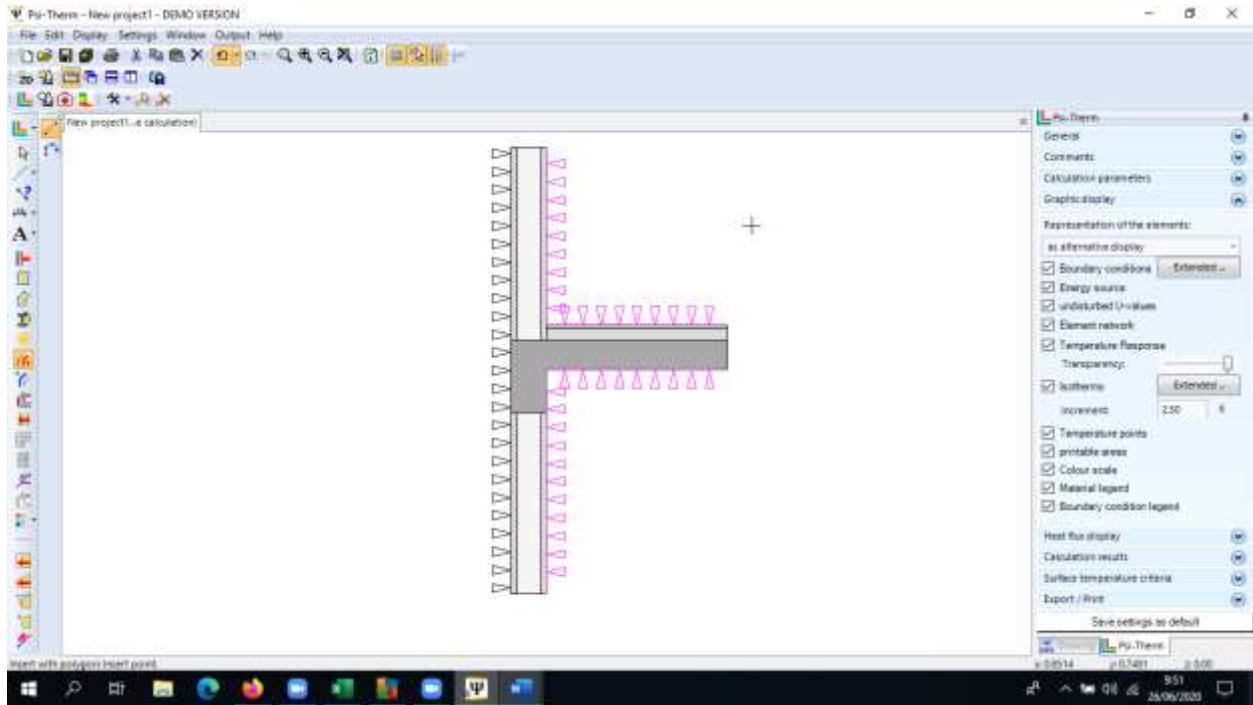


Gambar 7. Gambar Konstruksi dinding

Pemberian besaran nilai temperatur permukaan luar dan permukaan dinding menjadi prasyarat mutlak untuk melakukan perhitungan dalam software ini (gambar 8). Temperatur permukaan ini selain untuk menghitung transfer panas yang terjadi, juga digunakan untuk menghitung nilai U_{value} yang dipengaruhi dari input material bangunan dari gambar Konstruksi dinding bagian per bagian.

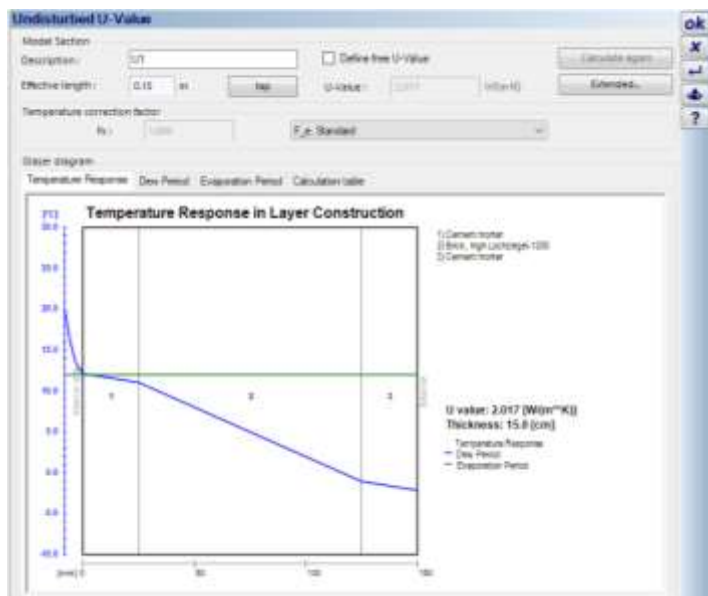
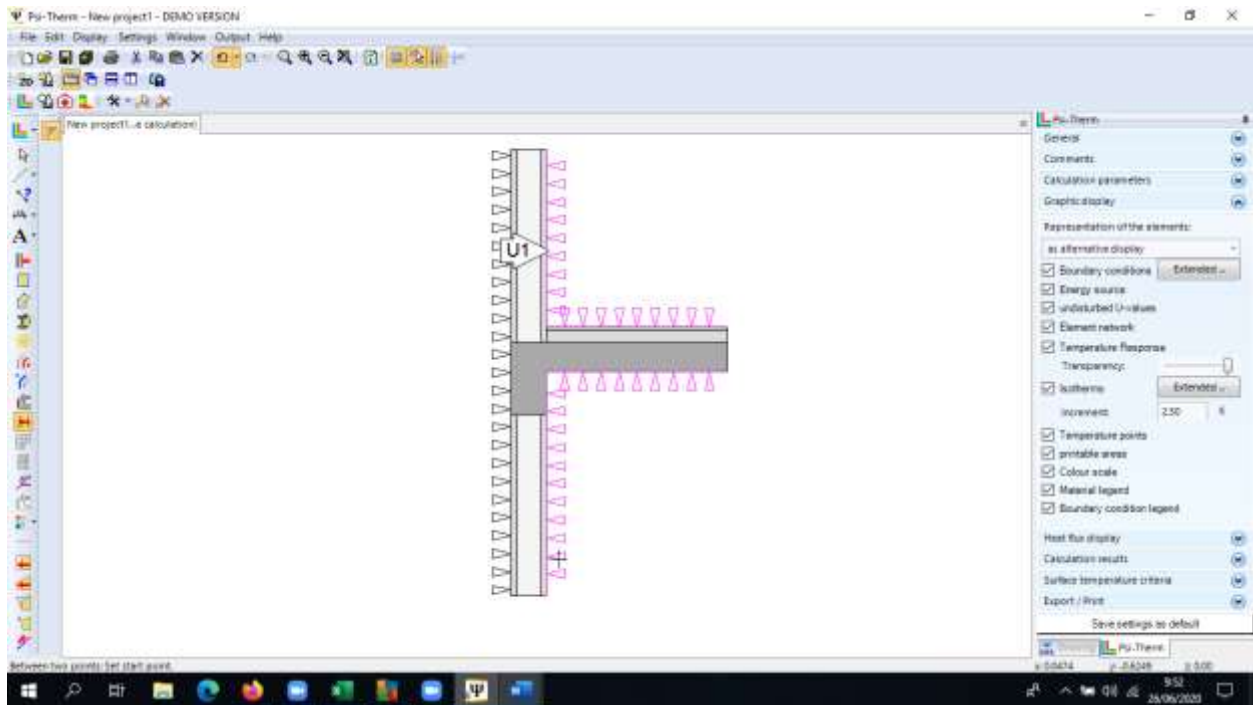
Perhitungan U_{value} ini menggunakan pendekatan:

$$U_{value} = \left(\frac{1}{\alpha_d} + \sum \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_l} \right)^{-1} \quad [W/m^2K]$$



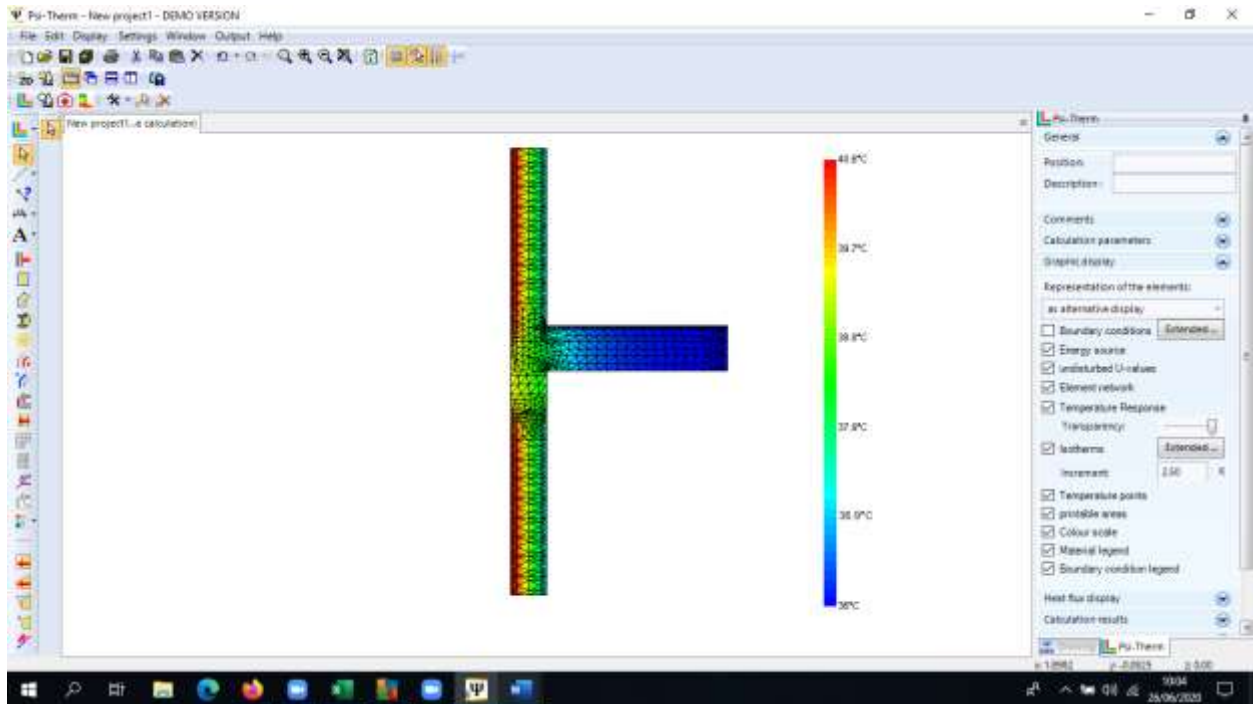
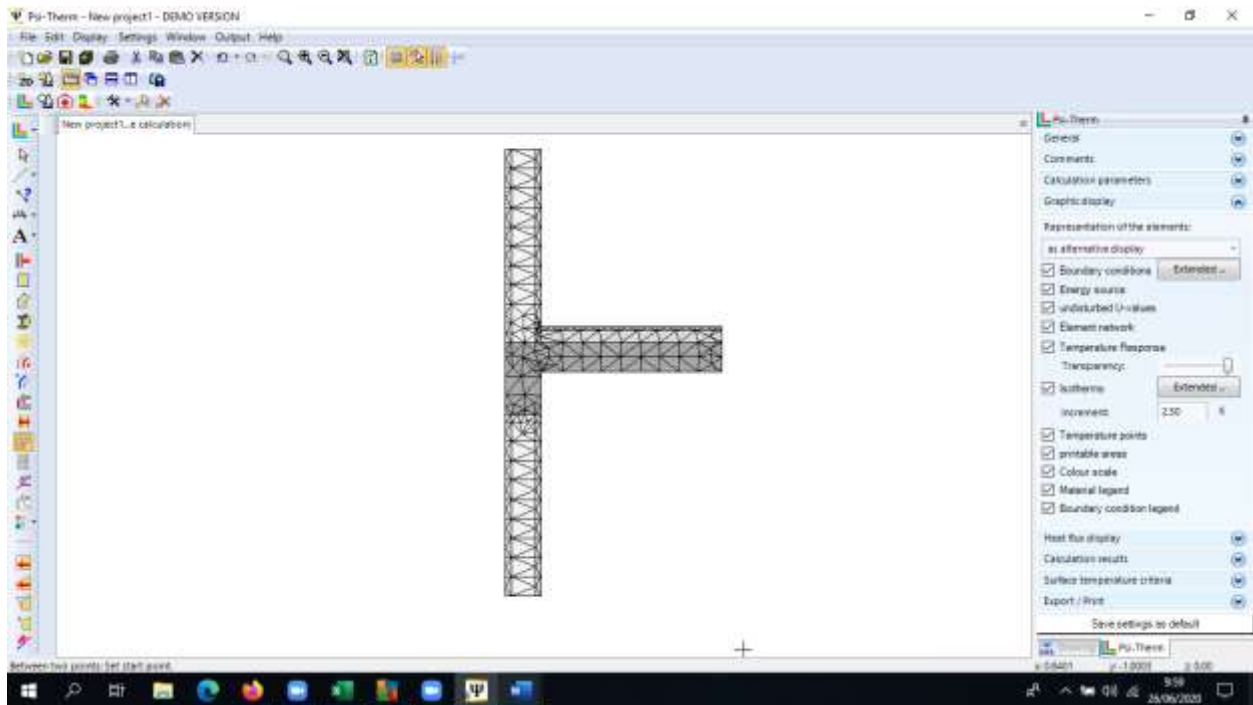
Gambar 8. Temperatur Permukaan Dinding luar dan dalam pada Konstruksi dinding

Input nilai U_{value} ini akan mempengaruhi pergerakan transfer panas pada dinding yang harus diperhatikan secara cermat nilai R dari setiap bahan bangunan, pemilihan bahan bangunan yang cermat dari library bahan bangunan di software Psi-Therm dan ketebalan dari bahan yang digunakan. Hasil perhitungan dapat dilihat dari gambar 9



Gambar 9. Hasil perhitungan U_{value}

Setelah perhitungan dilakukan, maka mulai melakukan perhitungan dengan menggunakan Metode Finite elemen, yaitu untuk membagi Konstruksi dinding ini menjadi bagian bagian kecil agar dapat ditentukan sebaran transfer panas pada Konstruksi dinding dan dapat ditampilkan gradasi warna. Hasil perhitungan Finite Elemen seperti pada gambar 10.



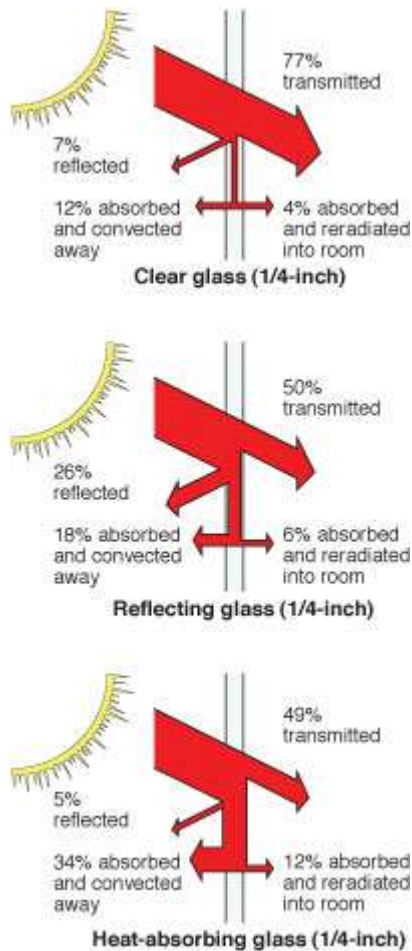
Gambar 10. Perhitungan Finite Elemen dan gradasi warna yang timbul pada Software Psi-Therm.

Tabel 2: Sebaran Transfer Panas pada dinding

	Lantai Dasar	Lantai Atas
Dinding Bata utuh ½ batu		
Dinding Bata utuh ½ batu dengan jendela kaca		
Dinding Bata utuh 1 batu		

Dari Tabel 2, terlihat sebaran Panas dengan hasil sebagai berikut:

1. Kaca merupakan bahan yang memiliki kontribusi terbesar dalam penyebaran dan memasukkan panas ke dalam bangunan. Reduksi panas dapat diminimalisir dengan penggunaan material kaca penahan panas, namun hasilnya tidak terlalu optimal. Pada bidang barat sebaiknya dihindari penggunaan kaca agar tidak meningkatkan panas di dalam ruang. (Wigginton, M., 2002)



Gambar 11, Transfer panas pada dinding terkait Transmittansi, refleksi dan absorbs pada berbagai varian kaca
Sumber : Wigginton, M., 2002

2. Dinding dengan ketebalan $\frac{1}{2}$ batu dan 1 batu dapat diperbandingkan, bahwa semakin tebal akan semakin baik dalam menahan laju transfer panas, karena nilai R yang semakin besar (Irsyad, M., et. al. 2017)

3. Pengaruh bahan bangunan sangat menentukan dalam menahan laju transfer panas. Kaca lebih rentan terhadap serapan dan transfer panas dibanding dengan dinding batu bata, karena kaca meneruskan cahaya yang membawa serta panas. (Gijón-Rivera, M., et.al., 2016)

BAB V

KESIMPULAN

Pada penelitian transfer panas pada dinding merupakan perhitungan fisika bangunan yang penting terkait dengan menahan laju panas dalam bangunan akibat paparan sinar matahari dan akan mempengaruhi kenyamanan termal di dalam bangunan karena peningkatan temperature ruang dalam bangunan. Untuk memahami proses transfer pnanas perlu perhitungan cermat dengan menggunakan metode finite elemen dengan alat bantu software Psi-Therm. Dari hasil penelitian diketahui sebaran panas pada setiap Konstruksi menjadi berbeda sebaran dan bentuknya. Pada bahan kaca tidak disarankan untuk daerah barat karena masuknya sinar matahari meningkatkan temperature di dalam bangunan.

Pada dinding dengan ketebalan satu batu memiliki daya tahan (R) terhadap transfer panas di dinding setengah batu

REFERENSI

- Gijón-Rivera, M., et.al., 2016, *Effect of different building materials on conjugate heat and mass transfer*, Ingeniería Mecánica Tecnología Y Desarrollo Vol. 5 No. 4, 395 - 404
- Irsyad, M., et. al. 2017, *Heat transfer characteristics of building walls using phase change material*, 1st International Symposium on Green Technology for Value Chains
- Purwanto, L.M.F., 2017, *Fisika Bangunan*, Semarang, Penerbit CV. Tigamedia Pratama
- Purwanto, L.M.F. & Karsten Tichelmann, 2018, *Solar Heat Transfer in Architectural Glass*, A|Z ITU Journal of the Faculty of Architecture, Vol 15 No 2, July,147-152
- Sajjadian, S.M., 2018, *Risk Identification in the Early Design Stage Using Thermal Simulations—A Case Study*, Sustainability, 10, 262
- Wigginton, M., 2002, *Glass in Architecture (ARCHITECTURE GENERALE)*, London, Phaidon Press
- Yeang , K., 1995, *Designing with Nature* , New York, McGraw – Hill