

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Pemeriksaan Dimensi

Setelah melakukan observasi, pengukuran dan pemeriksaan tentang ruang gambar “basemen” SMK Negeri 2 Wonosari, kesimpulan yang penulis dapatkan dari pemeriksaan ukuran adalah sebagai berikut: Ukuran lubang inlet atau lubang outlet ventilasi dan bukaannya terhadap luas lantai basemen belum memenuhi standar menurut Sujudi (2002: 5) yakni: (luas ventilasi + luas pintu) *dibagi* luas lantai basemen= $((3,51+3,85) \text{ m}^2/143,64 \text{ m}^2) \times 100\% = 4,45\%$ jadi $< 15\%$.

2. Hasil Pemodelan

Pengembangan model sistem ventilasi alami standar Sujudi, berhasil dibuat 85 model dalam empat kategori, yaitu terdiri dari:

- a. *Cross Ventilation* empat model, terdiri *Original Inlet* (MD 01-03) dan *Modification Inlet* (MD 04),
- b. *Maximum Inlet* empat model, terdiri batas bawah inlet miring (MD 05-06) dan batas bawah inlet datar (MD 07-08),
- c. *Semi Wind Catcher* lima model, terdiri Model 09-13,
- d. *Wind Catcher* 72 model, terdiri *Wind Catcher Ventury* (MD 14-28) dan *Ventury Less* yang terdiri: *Partial Wind Catcher* (MD 29-34), *Continues Wind Catcher* (MD 35-66), *Edge Filleted* (MD 67-73) dan *PVC Wind Catcher* (MD 74-85).

3. Hasil Simulasi CFD

Setelah melakukan pengujian dengan simulasi dari seluruh model sistem ventilasi alami yang berhasil dimodelkan, maka penulis memperoleh dua kategori hasil sebagai berikut:

- a. Hasil pengujian model sistem ventilasi dengan CFD yang mendekati standar kecepatan angin Heinz Frick dan standar suhu orang Jawa Karyono berjumlah 14 model terdiri: *Cross Ventilation* satu model, *Maximum Inlet* dua model dan *Wind Catcher* sebelas model.
- b. Hasil pengujian model sistem ventilasi dengan CFD yang *error*, tidak akurat dan gagal berjumlah 71 model terdiri: *Cross Ventilation* tiga model, *Maximum Inlet* dua model, *Semi Wind Catcher* lima model dan *Wind Catcher* 61 model,

4. Hasil Analisa Comfort Calculator

Setelah melakukan analisa dengan *Comfort Calculator Online* dari model sistem ventilasi alami yang hasil pengujian simulasi CFD-nya telah mendekati standar kecepatan angin Heinz Frick dan standar suhu orang Jawa Karyono, maka peringkat nyaman 14 model tersebut adalah:

- a. peringkat paling nyaman (*A Class*) dengan nilai PMV -0,1 PPD 5,2% terjadi pada Model 04 (*Cross Ventilation*),
- b. peringkat ke dua nyaman (*B Class*) dengan nilai PMV -0,4 PPD 8,3% terjadi pada Model 73 (*Wind Catcher 3 m Flow Road*),
- c. peringkat ke tiga nyaman (*C Class*) dengan nilai PMV -0,5 PPD 10,2% didapat pada Model 05 dan 08 (*Maximum Inlet*), dan nilai

PMV -0,6 PPD 12,5% pada Model 72 (*Wind Catcher 2 m Flow Road*),

- d. peringkat ke empat nyaman (*Slightly Cool*) dengan nilai PMV -0,7 PPD 15,3% pada Model 67, 69, 70 (*Wind Catcher Edge Filleted*), Model 71 (*Wind Catcher 1 m Flow Road*), pada Model 76, 77, 78, 80 (*Wind Catcher PVC*) dan nilai PMV -0,9 PPD 22,1% pada Model 50 (*Wind Catcher 8 Arc Holes*).

5. Kesimpulan Terhadap Permasalahan

Bila ditinjau dari permasalahan, maka kesimpulan dari penelitian ini, ruang gambar basemen SMK Negeri 2 Wonosari ternyata:

- a. membutuhkan sistem ventilasi berstandar Sujudi untuk mengatasi hambatan sistem ventilasi dan situasi bangunan di sekitar basemen,
- b. memerlukan pengujian simulasi untuk meneliti kesesuaian standar kecepatan angin dan suhu pada model sistem ventilasi berstandar Sujudi,
- c. memerlukan pemeriksaan analisa nilai kenyamanan termal model sistem ventilasi berstandar Sujudi yang lolos standar angin dan suhu pada pengujian simulasi.

B. Saran – saran

1. Pada Ruang Basemen

Adapun beberapa saran yang penulis tujuhan pada ruang gambar “basemen” SMK Negeri 2 Wonosari dalam memilih sistem ventilasi dan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a. Merubah sistem ventilasi eksisting minimal *cross ventilation*, dengan luas inlet = outlet minimal 15% luas lantai (Sujudi, 2002) hal ini jika dalam jangka panjang angin mikro sekitar basemen bisa diandalkan,
- b. Memasang *wind catcher 3 m flow road*, model sistem ventilasi yang berhasil mencapai peringkat ke dua nyaman setelah *Cross Ventilation*, untuk menangkap angin global maupun lokal, sebab situasi di sekitar ruang gambar basemen penuh bangunan dua lantai yang menjadi penghalang sistem ventilasi yang dekat tanah.

2. Pada Penelitian Selanjutnya

Untuk penelitian berikutnya tentang sistem ventilasi di ruang gambar basemen penulis memberikan saran sebagai berikut:

- a. Pemodelan ulang pada *wind catcher* yang hasil pengujian simulasinya mengalami kegagalan, sehingga ditemukan kelemahan dan ketidakakuratan model yang telah dibuat,
- b. Untuk model sistem ventilasi yang mencapai hasil simulasi standar suhu Karyono dan angin Heinz Frick, perlu dilakukan pengujian serupa dengan metode yang berbeda misalnya dengan *Wind Tunnel*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfata, M.N., 2011, Studi Kenyamanan Termal Adaptif Rumah Tinggal Di Kota Malang Studi Kasus : Perumahan Sawojajar 1- Kota Malang, Jurnal Permukiman, Vol. 6 No. 1 April 2011: 9–17.
- Aryan, A., Ehsan, Z., Amin, S., Masoud, K., 2010, Wind Catchers: Remarkable Example of Iranian Sustainable Architecture, Journal of Sustainable Development Vol. 3, No. 2; June 2010: 89–97, Tehran, Iran.
- Axley, J.W., 2001, *Application of Natural Ventilation for U.S. Commercial Buildings Climate Suitability Design Strategies & Methods Modeling Studies*, NIST CENTENIAL 1901.2001 USA.
- Baun, P.I., 2008, Kajian Pengembangan Pemanfaatan Ruang Terbangun di Kawasan Pesisir Kota Kupang, Tesis, PS Undip, Semarang.
- Behbood, K.T., Taleghani, M., Heidari, S., 2009, *Energy Efficient Architectural Design Strategies in Hot-Dry Area of Iran: Kashan*, Faculty of Architecture, University of Tehran, Iran.
- Calleja, G.Z., and Paulev, P.E., 2004, *New Human Physiology, 2nd Edition, Textbook in Medical Physiology And Pathophysiology Essentials and clinical problems, Section V: Metabolism and Gastrointestinal Function, Chapter 21: Thermo-Regulation, Temperature and Radiation*, Copenhagen.
- Chaichan, M.T., & Kazem, H.A., 2011, *Thermal Storage Comparison for Variable Basement Kinds of a Solar Chimney Prototype in Baghdad-Iraq Weathers*, International Journal of Applied Sciences (IJAS), Vol. 2: Issue 2: 2011: 12–20
- Daghighe, R., Sopian, K., Moshtagh, J., 2009, *Thermal Comfort in Naturally Ventilated Office Under Varied Opening Arrangements: Objective and Subjective Approach*, European Journal of Scientific Research, ISSN 1450-216X Vol.26 No.2 (2009), pp.260-276, © EuroJournals Publishing, Inc. 2009, <http://www.eurojournals.com/ejsr.htm>
- Deldar, N., Tahsildooost , M., 2007, *To Restate Traditional Sustainable Solution, Iranian Traditionnal Natural Ventilation*, 2nd PALENC Conference and 28th AIVC Conference on Building Low Energy Cooling and Advanced Ventilation Technologies in the 21st Century, September 2007, Crete island, Greece, Vol. 1, indd, 3 September 2007, p.262.
- Duarsa, A.B.S., 2008, Dampak Pemanasan Global Terhadap Risiko Terjadinya Malaria, Jurnal Kesehatan Masyarakat, Maret 2008 - September 2008, II (2): 181 – 185.

- Epstein, Y., and Moran, D.S., 2006, *Thermal Comfort and the Heat Stress Indices*, Tel Aviv University, Israel, Industrial Health 2006, April 13, 2006:44, 388–398
- European Project ThermCo (Thermal Comfort in Buildings with Low-Energy Cooling), 2009, *Thermal Comfort in Transient Environments*, Submitted by Technical University of Denmark, May 2009, Contract No. EIE/07/026/SI2.466692
- Hussein, I., Rahman, M.H.A., 2009, *Field Study on Thermal Comfort in Malaysia*, European Journal of Scientific Research, ISSN 1450-216X Vol.37 No.1 (2009), pp.127–145, © EuroJournals Publishing, Inc. 2009, <http://www.eurojournals.com/ejsr.htm>
- Indrayadi, 2011, Aliran Udara dalam Ruang Masjid Jawa Modern Studi Kasus Masjid Babadan Yogyakarta, Jurnal Vokasi 2011, Vol.7. No.2: 156-165.
- John, K.W., 2011, Perhitungan Aliran Angin Pada Ventilasi Bangunan Menggunakan Simulasi Numerik, Jurnal Ilmiah Sains Vol. 11 No. 1, April 2011: 69 – 72.
- Juhana, 2000, Pengaruh Bentukan Arsitektur dan Iklim terhadap Kenyamanan Thermal Rumah Tinggal Suku Bajo di Wilayah Pesisir Bajoe Kabupaten Bone Sulawesi Selatan, Tesis MTA Undip, Pustaka, 720.22. juh. p.c.1, 2000MTA662.pdf.
- Karizi, N., 2010, *With a brief introduction to traditional cooling and ventilation systems in hot and arid regions of central Iran Development of a sustainable cooling and ventilation system for hot-arid climate regions*, Supervision: Prof. Dr. Rudolf Wienands Technical University of Munich Department of architecture, chair for principles of architectural design, Arizona State University, Contact: nkarizi@asu.edu
- Karyono, T.H., 2001, Penelitian Kenyamanan Termis di Jakarta sebagai Acuan Suhu Nyaman Manusia Indonesia, Dimensi Teknik Arsitektur Vol. 29, No. 1, Juli 2001: 24 – 33.
- Khiabanian, A., and Abbasi, M.J., 2012, *Sustainable House in Iran's Desert*. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2(9)8877-8885, 2012, Text Road Publication, ISSN 2090-4304:
- Kindangen, J.I., 2005, Investigasi Pola Aliran Udara dalam Bangunan Bertingkat akibat Pengaruh Penghalang di Depan dan di Belakangnya. Dimensi Teknik Arsitektur Vol. 33, No. 1, Desember 2005: 172–176. <http://puslit.petra.ac.id/~puslit/journals/>

- Kusumawati, M.N.F.A.F., 2011, Standar Kenyamanan Termal Penghuni Gedung Perkantoran Dalam Upaya Konservasi Energi. Prosiding PPI Standardisasi 2011– Yogyakarta, 14 Juli 2011
- Laksitoadi, B., 2008, *Kenyamanan Termis Gedung Olahraga Ditinjau dari Aliran Udara (Studi Kasus: Gor Bulungan dan Gymnasium UI)*, FT UI, 2008. *lontar.ui.ac.id, digital, 125670.*
- Linden, W. van der, Loomans, M.G.L.C. & Hensen, J.L.M. (2008). *Adaptive thermal comfort explained by PMV*. In Strøm-Tejsen, P, Olesen, BW, Wargocki, P, Zukowska, D & Toftum, J (Eds.), Indoor Air 2008: Proceedings of the 11th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, p.8. Copenhagen: International Centre for Indoor Environment and Energy, Technical University of Denmark.
- Mahayanti, D., Suhardi, B., Astuti, R.D., 2004, Analisis Tingkat Efisiensi Daya dan Biaya Penggunaan Lampu Neon Sistem Elektronik terhadap Neon Sistem Trafo Berdasarkan Desain Eksperimen Faktorial, Performa (2004), Vol.3, No.1: 33-48, UNS, Surakarta.
- Maidinita, D., Hardiman, G., Prianto, E., 2009, Pola Ruang Luar Kawasan Perumahan dan Kenyamanan Thermal di Semarang, Riptek, Vol.3, No.2, Tahun 2009, Hal.: 21-26.
- Maleki, B.A., 2011, *Wind Catcher: Passive and Low Energy Cooling System in Iranian Vernacular Architecture*, International Journal on “Technical and Physical Problems of Engineering”, (IJTPE) Published by International Organization on TPE (IOTPE), ISSN 2077-3528, Issue 8 Vol. 3 Num. 3 September 2011: p.130-137, www.iotpe.com
- Nicol, J.F., and Humphreys, M.A., 2001, *Adaptive Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standards for Buildings*, Journal: Energy and Buildings 34, Elsevier Science, p.45-59. www.elsevier.com/locate/enbuild.
- Niroumand, H., Jamil, M., Zain, M.F.M., 2010, *The Earth Refrigerators as Earth Architecture*, 2010 International Conference on Biology, Environment and Chemistry, IPCBEE vol.1 (2011) © IACSIT Press, Singapore
- Orosa, J.A. and Oliveira, A.C., 2012, *Passive Methods as a Solution for Improving Indoor Environments*, Green Energy and Technology, DOI: 10.1007/978-1-4471-2336-1_2, Springer-Verlag London Limited 2012.
- Prawira, E., 2011, Perbaikan Ventilasi Alami pada Pemukiman Padat Penduduk Bentuk dari Eko-Arsitektur, Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3 Palembang, 26-27 Oktober 2011, ISBN : 979-587-395-4: 152 – 160.

- Priambodo, T.B., 2002, Pengelolaan Dan Pemanfaatan Sampah Menggunakan Teknologi Incenerator. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol.3, No. 1 Januari 2002 : 17-23
- Purnomo, H., dan Rizal, 2000, Pengaruh Kelembaban, Temperatur Udara dan Beban Kerja terhadap Kondisi Faal Tubuh Manusia, LOGIKA, Vol. 4, No. 5, 2000, ISSN: 1410-2315: 35-47.
- Rajasekar, E., and Ramachandraiah, 2010, A., *Adaptive comfort and thermal expectations—a subjective evaluation in hot humid climate*, Proceedings of Conference: *Adapting to Change: New Thinking on Comfort* Cumberland Lodge, Windsor, UK, 9-11 April 2010. London: Network for Comfort and Energy Use in Buildings, <http://nceub.org.uk>
- Sianturi, H., 2012, Pengukuran Suhu Dan Kelembaban Udara, Laporan Agroklimatologi, Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, 2012: 4.
- Smith, B.D., Kwok, A., Satterlee, R., Pincheira, F., Howekamp, W., 2011, *Comparison of Y2E2 Occupancy, Comfort, and Energy Audit to Building Objectives*, CIFE Technical Report #TR205, December 2011, Copyright © 2011 By Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University.
- Sugini, 2004, Pemaknaan Istilah-Istilah Kualitas Kenyamanan Thermal Ruang dalam Kaitan dengan Variabel Iklim Ruang, ISSN: 1410-2315, Logika, Vol. 1, No. 2, Juli 2004: 3–17.
- Suharto, R., 2012, Pengaruh Biodiesel Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Diesel. Jurnal Teknis Poltek Negeri Semarang. Vol.7, No.1, April 2012: 36–40
- Susanta, I.Ny., 2010, Sistem Penghawaan Pada Bangunan Tinggi (*High Rise Building*) Studi Kasus : Kuningan Tower, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin _Vol. 4 No.2. Oktober 2010: 113-122.
- Talarosha. B., 2005, Menciptakan Kenyamanan Thermal dalam Bangunan, Jurnal Sistem Teknik Industri Volume 6, No. 3 Juli 2005
- Turner, P.E.S.C., 2011, *What's New in ASHRAE's Standard on Comfort*, ASHRAE Journal, June 2011: 42 – 48, www.ashrae.org.
- Wijaya, F.D., Hadi, S.P., Suryadi, A., 2011, Kajian Standar Uji Unjuk Kerja Kipas Angin Aksial Tumpu Rumah Tangga Menuju Labelisasi Hemat Energi. Prosiding PPI Standardisasi 2011 – Yogyakarta, 14 Juli 2011.

DAFTAR STANDAR DAN PERATURAN BERWENANG

- ANSI/ASHRAE Standard 55-2004, *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, Copyright 2004 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. 1791 Tullie Circle NE Atlanta, GA 30329, ISSN 1041-2336:1-26
- Eco Housing (Building a Better Tomorrow), 2009, *Annexure 3, Passive Architecture Design Systems*, Eco-Housing Assessment Criteria - Version II, August 2009: 1-27, (Implemented under Eco-housing Mainstreaming Partnership by IIEC with funding support from USAID)
- ISO 7730, 2005, *Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*, Third edition 2005-11-15, Reference number ISO 7730:2005(E), Published in Switzerland
- Kemenhut RI, 2012, Siklus Karbon dan Hutan, PT Komodo Books, All rights reserved published in 2012, p.4-24
- Kirmanto, D., 2006, Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung, Permen PU, No. : 29/PRT/M/2006: i – III-80
- Mendiknas, 2008, Standar Sarana dan Prasarana Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan (SMK/MAK), Lampiran Permendiknas No. 40 Tahun 2008 Tanggal 31 Juli 2008.
- Pemda DIY, 2011, Laporan Keterangan Pertanggungjawaban (LKPJ) Tahun 2011 Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta
- Pemkot Yogyakarta, 2012, Kota Yogyakara dalam Angka 2011
- Program Pascasarjana, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, _ (tahun tidak tertulis), Buku Pedoman Penulisan Tesis, Yogyakarta.
- Setiawan, E., 2011, Kamus Besar Bahasa Indonesia Offline-Versi 1.3, Freeware ©2010-2011, Webside: <http://ebsoft.web.id>.
- SNI 03-6572-2001, Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung, 1–55
- Sujudi, A., 2002, Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri, Kepmenkes No. 1405/Menkes/SK/XI/2002, 19 Nopember 2002, Jakarta.

DAFTAR REFERENSI WEB

- <http://assets.kompas.com/data/photo/2013/02/01/1032182-prakiraan-angin-620X310.png>
- <http://b1competition.blogspot.com/2011/06/competition-guidelines.html> (Diakses 08 Desember 2012)
- http://www.greenstone.org/greenstone3/nzdl;jsessionid=CB18EA9CEFA49259241C4CE963365B25?a=d&c=envl&d=HASH7fb3fd71d302d3efdfe64e.3.3_np&sib=1&p.s=ClassifierBrowse&p.sa=&p.a=b
- <http://www.healthyheating.com/Thermal-Comfort-in-Simple-Terms.htm#.UJtcTYH09n4>
- <http://www.healthyheating.com/solutions.htm>
- Hindarto, P., 2010, [Kenyamanan dalam Bangunan berdasarkan kondisi tubuh dan suhu](http://probohindarto.wordpress.com/category/general-article/page/4/), Posted on Desember 20, 2010, <http://probohindarto.wordpress.com/category/general-article/page/4/> (diakses 23 Nopember 2012)
- <http://kristinaarquettenutrition.files.wordpress.com/2011/07/how-the-body-loses-heat.jpg>
- <http://www.monodraught.com/products/natural-ventilation/16/sola-boost-classic-square/2012>
- <http://www.zuniv.net/physiology/book/index.htm>

Lampiran 2. Penelitian kenyamanan termal dari berbagai waktu dan lokasi

No	Peneliti-Tahun-Judul	Tempat
1	Alfata, 2011, Studi Kenyamanan Termal Adaptif Rumah Tinggal Di Kota Malang	Malang, Jatim.
2	Amin, at al, 2004, Pengaruh Bukaan terhadap Kenyamanan Thermal pada Bangunan Publik di Daerah Tropis	Medan
3	Buratti, and Ricciardi, 2009, <i>Adaptive analysis of thermal comfort in university classrooms: Correlation between experimental data and mathematical models</i>	Perugia, Pavia, Italy
4	Feriadi, at al, 2003, <i>Adaptive behaviour and thermal comfort in Singapore's naturally ventilated housing</i>	Singapore
5	Feriadi, & Wong, 2004, <i>Thermal comfort for naturally ventilated houses in Indonesia</i>	Yogyakarta
6	Juhana, 2000, Pengaruh Bentukan Arsitektur dan Iklim terhadap Kenyamanan Thermal Rumah Tinggal Suku Bajo di Wilayah Pesisir Bajoe Kabupaten Bone Sulawesi Selatan	Bone
7	Karyono, 2001, Penelitian Kenyamanan Termis Di Jakarta sebagai Acuan Suhu Nyaman Manusia Indonesia	Jakarta
8	Laksitoadi, 2008, <i>Kenyamanan Termis Gedung Olahraga Ditinjau Dari Aliran Udara</i>	Jakarta
9	Maidinita, 2009, Pola Ruang Luar Kawasan Perumahan dan Kenyamanan Thermal di Semarang	Semarang
10	Mannan, 2007, Faktor Kenyamanan dalam Perancangan Bangunan (Kenyamanan Suhu-Termal pada Bangunan)	Gorontalo
11	Orosa, & Bustelo, 2009, <i>Research on the Origins of Thermal Comfort</i>	Spain
12	Prasetyo, 2011, Perancangan Desain Ergonomi Ruang Proses Produksi Untuk Memperoleh Kenyamanan Termal Alami	Bangkalan
13	Purwanto, at al, 2006, Pengaruh Bentuk Atap bangunan Tradisional di Jawa Tengah untuk Peningkatan Kenyamanan Termal	Jawa Tengah
14	Rahman, 2010, Identifikasi Kenyamanan Thermal Webb pada Rumah Tinggal di Tanah Lahan Basah	Banjar masin
15	Sofia, 2012, Perbandingan Tingkat Kenyamanan Ruang Kelas pada Bangunan Lama dan Baru di SMAN 3 Bandung	Bandung
16	Sujatmiko, 2011, Kenyamanan Termal Adaptif pada Bangunan Perkantoran yang Memiliki Tingkat Infiltrasi Udara Luar Cukup Tinggi sebagai Basis Data Menuju Standar Kenyamanan Termal Indonesia	Yogyakarta
17	Suwantara, at al, 2010, Menuju Penyusunan Standar Kenyamanan Termal Bangunan Tradisional di Indonesia	Jakarta

Lampiran 3. Pengukuran suhu ruang 12 tempat meja.

Nomor Meja	Suhu ^{***)} (° C) Pada Jam					
	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00
1	28,6	27,2	27,5	28,3	28,2	27,3
2	28,5	27,3	27,5	28,3	28,2	27,3
3	28,4	27,4	27,6	28,2	28,2	27,3
4	28,2	27,4	27,4	28,2	28,2	27,4
5	28,2	27,4	27,5	28,2	28,1	27,4
6	28,2	27,5	27,5	28,2	28,1	27,4
7	28,4	27,5	27,5	28,3	28,0	27,5
8	28,5	27,5	27,5	28,2	28,0	27,5
9	28,2	27,5	27,4	28,1	28,0	27,5
10	28,3	27,5	27,4	28,1	28,0	27,5
11	28,2	27,6	27,4	28,1	28,0	27,5
12	28,0	27,6	27,3	28,1	28,0	27,5

***)
Sumber: Diukur penulis dengan anemometer tanggal: 23 januari 2013.

Lampiran 4. Hasil pengukuran suhu bola basah-bola kering

Titik	Tinggi Titik (m)	Jam	Suhu (° C) *****)	
			Dry Bulb	Wet Bulb
A1	0,60	12.00	30	27
A2	1,50	12.05	29,5	26,5
B1	1,50	12.10	29,5	26,25
B2	0,60	12.15	29,5	26,5
C	2,00	12.20	29	26
D1	0,80	12.25	29	26
D2	2,00	12.30	29,25	26,25
E1	0,80	12.35	29	26,5
E2	2,00	12.40	29,5	26
F	0,80	12.45	29	26,5
G	0,90	12.50	29	26,25
H	0,90	12.55	29,25	26,5
I1	0,90	13.00	29	26
I2	2,00	13.05	29	26,5
J1	0,90	13.10	29	26
J2	2,00	13.15	29,25	26
K	0,90	13.20	29	26,25
L	0,90	13.25	29,25	26,25
M	0,90	13.30	29,5	26
N	0,90	13.35	29,5	26,25
O1	0,90	13.40	29,5	26
O2	2,00	13,45	29,5	26
P	0,50	13,50	30	25,75
Q	0,30	13,55	30,75	26

*****)Sumber: Diukur penulis dengan termometer biasa bola basah bola kering, pada tanggal 30 Januari 2013.

Lampiran 5. Kelembaban udara dengan selisih suhu bola basah-bola kering

Suhu bola kering (°C)	Selisih suhu bola kering dan bola basah (°C) dan Kelembaban												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
40	100	94	88	82	76	71	66	61	56	52	47	43	39
39	100	94	88	81	76	71	65	60	55	51	46	42	38
38	100	94	88	81	76	70	65	60	54	50	45	40	37
37	100	94	88	81	75	70	64	59	54	49	44	39	36
36	100	93	87	80	75	69	64	59	53	48	43	38	35
35	100	93	87	80	74	69	63	58	52	47	42	37	33
34	100	93	87	80	74	68	62	57	51	46	41	36	32
33	100	93	86	80	73	67	62	56	50	45	40	35	31
32	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	34	30
31	100	93	86	79	73	66	60	54	49	43	38	33	29
30	100	92	85	79	72	65	59	53	48	42	37	32	27
29	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36	31	25
28	100	92	85	78	71	64	58	51	45	40	34	29	23
27	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	32	27	22
26	100	92	84	77	70	63	56	49	43	37	31	26	20
25	100	92	84	76	69	62	55	48	42	36	30	24	18
24	100	91	83	76	68	61	54	47	40	34	28	22	16
23	100	90	83	75	67	60	53	45	38	32	26	20	14
22	100	90	82	74	67	59	52	44	37	31	24	18	12
21	100	90	82	73	66	58	50	43	36	29	22	16	9
20	100	90	82	73	65	57	49	41	34	27	20	13	6
19	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17	10	
18	100	90	81	71	63	54	45	37	30	21	14	7	
17	100	90	80	71	62	53	44	36	28	19	12		
16	100	89	80	70	60	51	42	34	25	17	9		
15	100	89	80	70	59	49	40	31	23	14	6		

Sumber: Sianturi, (2012: 4)

Lampiran 6. Nilai metabolisme berbagai aktivitas tubuh

Aktivitas	Btu/(jam-ft ²)	met
Istirahat: Tidur	13	0,7
Santai	15	0,8
duduk, tenang	18	1,0
berdiri, rileks.	22	1,2
Berjalan pada jalan datar:		
0,89 m/detik.	37	2,0
1,34 m/detik.	48	2,6
1,79 m/detik.	70	3,8
Aktivitas kantor:		
Membaca, duduk.	18	1,0
Menulis	18	1,0
Mengetik	20	1,1
Mengarsip, duduk.	22	1,2
Mengarsip, berdiri.	26	1,4
Berjalan	31	1,7
Mengangkat, membungkus.	39	2,1
Menyetir atau menerbangkan:		
Mobil	18~37	1,0~2,0
Pesawat terbang, rutin.	22	1,2
Pesawat terbang, instrumen mendarat.	33	1,8
Pesawat terbang, tempur.	44	2,4
Kendaraan berat.	59	3,2
Lain-lain aktivitas penghuni:		
Memasak	29~37	1,6~2,0
Membersihkan rumah	37~63	2,0~3,4
Duduk, gerakan berat anggota badan	41	2,2
Pekerjaan mesin:		
Menggergaji (meja gergaji).	33	1,8
Ringan (industri kelistrikan)	37~44	2,0~2,4
Berat	37 ~ 44	4,0
Mengangkat tas 50 kg.	74	4,0
Mengambil dan pekerjaan mencangkul.	74 ~ 88	4,0~4,8
Lain-lain, aktivitas waktu luang :		
Berdansa, sosial.	44~81	2,4~4,4
Senam	55~74	3,0~4,0
Tenis, tunggal.	66~74	3,6~4,0
Basket bal.	190~140	5,0~7,6
Gulat, pertandingan	130~160	7,0~8,7

Sumber: Tabel 5.1.7 SNI 03-6572-2001: 16

Lampiran 7. Insulasi termal untuk beberapa jenis pakaian

Pria	clo	Wanita	clo
Singlet tanpa lengan	0,06	Kutang dan celana dalam	0,05
Kaos berkerah	0,09	Rok dalam – setengah	0,13
Celana dalam	0,05	Rok dalam – penuh	0,19
Kemeja, ringan lengan pendek.	0,14	Blus – ringan	0,20 (a)
Kemeja, ringan lengan panjang.	0,22	Blus – berat	0,29 (a)
Waistcoat-ringan	0,15	Pakaian – ringan	0,22 (a,b)
Waistcoat-berat	0,29	Pakaian – berat	0,70 (a,b)
Celana – ringan	0,26	Rok - ringan	0,10 (b)
Celana – berat	0,32	Rok – berat	0,22 (b)
Sweater – ringan	0,20 (a)	Celana panjang wanita – ringan.	0,26
Sweater – berat	0,37 (a)	Celana panjang wanita – berat.	0,44
Jacket – ringan	0,22	Sweater – ringan	0,17 (a)
Jacket – berat	0,49	Sweater – berat	0,37 (a)
Kaos tumit	0,04	Jacket – ringan	0,17
Kaos dengkul	0,10	Jacket – berat	0,37
Sepatu	0,04	Kaos kaki panjang.	0,01
Sepatu bot	0,08	Sandal	0,02
		Sepatu	0,04
		Sepatu bot	0,08

Catatan :

- (a). Dikurangi 10% jika tanpa lengan atau lengan pendek.
- (b). Ditambah 5% jika panjangnya dibawah dengkul, dikurangi 5% jika diatas dengkul. (Sumber: SNI 03-6572-2001: 14)

Lampiran 8. Thermal comfort research for naturally ventilated buildings and air-conditioned buildings in the South East Asia Region.

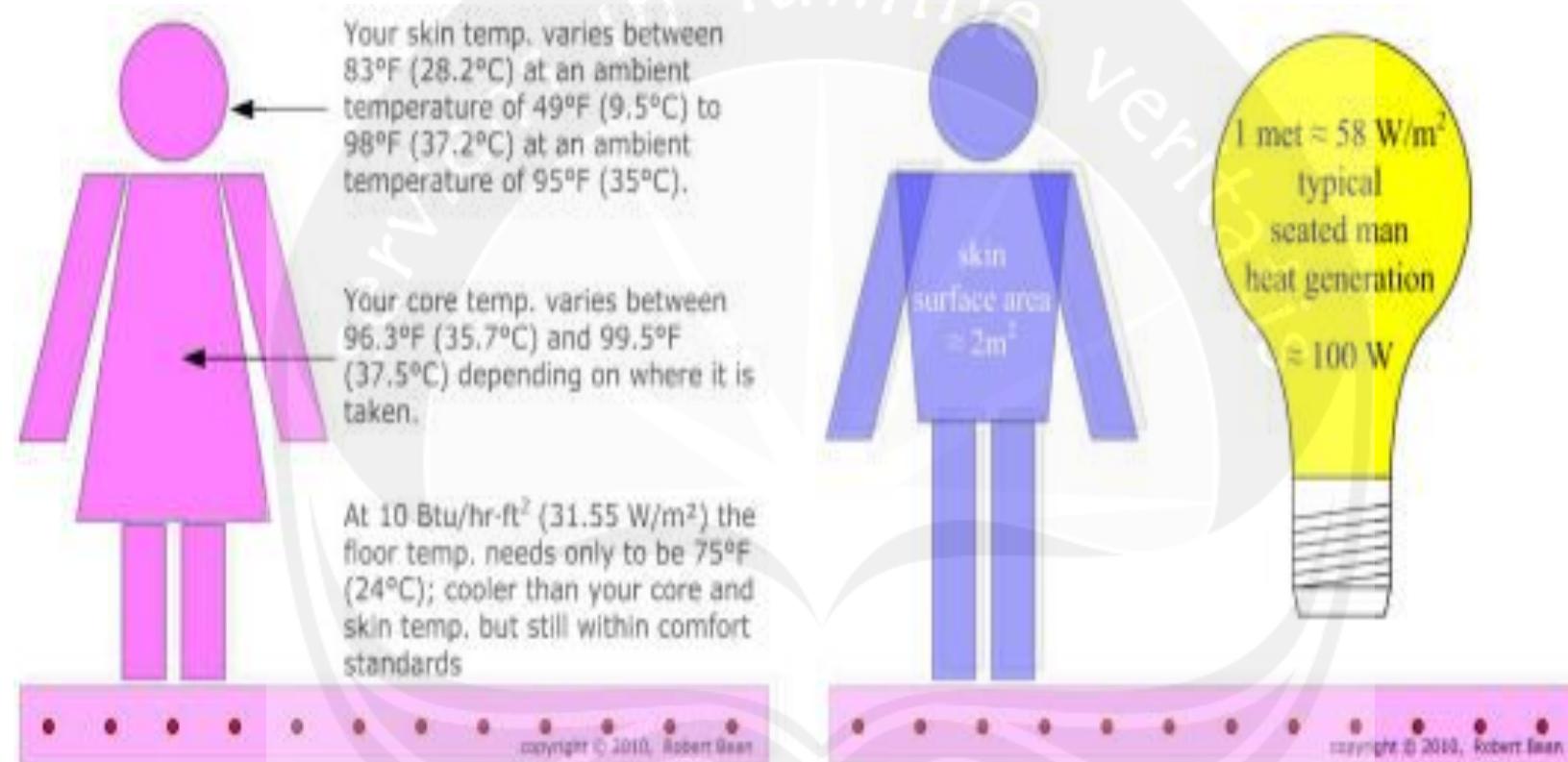
Researcher & Year Published	Location	Type of Buildings	Type of Study	No. of Subjects	RH% ²	Nutrality Value T_n ($^{\circ}$ C) =Temp. of Comfort
(Mom et al., 1947) [8] (Webb, 1952) [9] (Ellis, 1952) [10] (Ellis, 1953) [11] (Santosa, 1988) [12] (Salleh, 1989) [13] (Busch, 1990) [14] (de Dear et al., 1991a) [15] (de Dear et al., 1991b) [16]	Bandung Singapore Singapore-HK Singapore Surabaya Malaysia Bankok, Thailand Singapore1 Singapore2	Residential N/a ²	Filed Study Filed Study Filed Study Filed Study Thermal Chamber Thermal Chamber	16 5211 118 1100 32 98		26 26.2 ET ¹ 26.1 ET (30.0 Ta ²) 22-25.5 ET 27.4 26.1 28.5 ET(NV ²) 25.4 27.6 27.9
(de Dear et al., 1991c) [17] (Busch, 1992) [18] (Zainal, 1993) [19] (Abdul Shukor & Young, 1993) [20] (Karyono, TH, 1994) [21] (zainal & Keong, 1996) [22] (Abdul Rahman & Kannan, 1997)[23] (Zain Ahmed et.al., 1997) (Khedari et al., 2000) [24]	Singapore3 Bankok Malaysia Penang Jakarta, Indonesia Johor Baru Shah Alam Malaysia Bankok	MSRB ² Offices Factory N/a Factory Classrooms Classrooms Classrooms	Filed Study Filed Study Filed Study	596	35 70 583 50 50	28.5 T _o ² 27.4 ET* 33 28.2 26.7 to (NV+AC) 26 27.4
(Sapien et al., 2001) [25] (Ismail and Barber, 2001) (Wong et al., 2002) [26] (Wong & Khoo, 2003) [27] (Sh. Ahmad & Ibrahim, 2003)[28] Azah Ahmad et. al (2004) Sabarinah Sh Ahmad, (2006)	Kuala Lumpur Malaysia Singapore Singapore Shah Alam Putrajaya klang valley	MSRB A/C office MSRB Classrooms Classrooms Office Residential	Up to 90 40-80 50-54		18 -75 54 -76 73 70-80 N/a 24.6 28.9 28.8 27.6 26.1	

1. The old ET scale matches DBT at 100% RH, whereas ET* matches DBT at 50% RH.

2. MSRB:Multi-storey residential building. To: Operative temperature T_o: Ambient temperature N/a: Not available NV:Naturally ventilated RH:Relative humidity

Sumber: Daghig, (2009: 262)

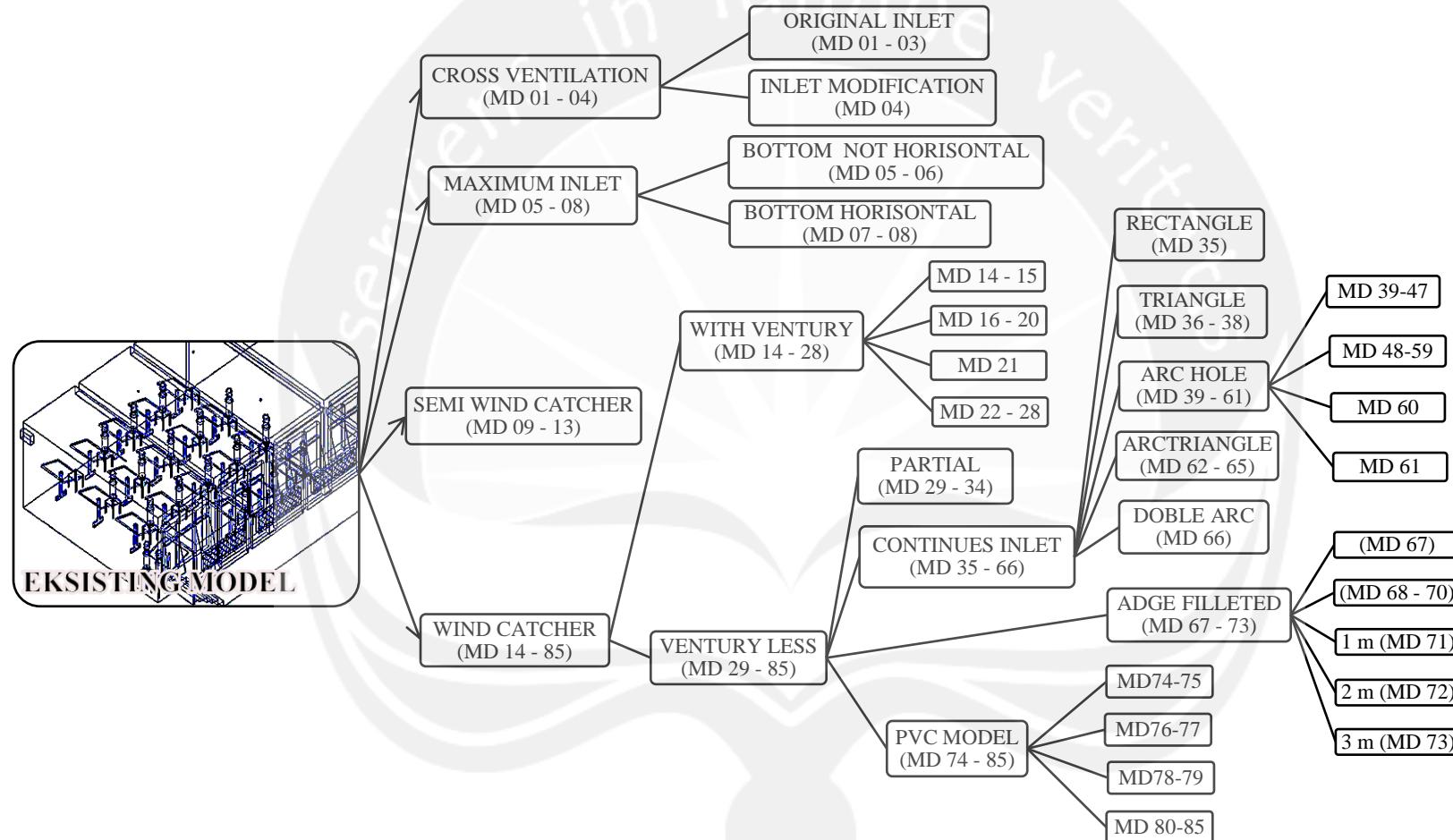
Lampiran 9. Suhu tubuh dan daya panas yang ditimbulkan.



Properly designed radiant floors in high performance homes using low VOC flooring such as tile, slate, concrete etc., often use fluid temperatures of less than 90°F (32°C) – that means the blood in your body is hotter than the water in the pipes.

(Sumber: <http://www.healthyheating.com>)

Lampiran 10. Organisasi Pemodelan dan Pengujian Model

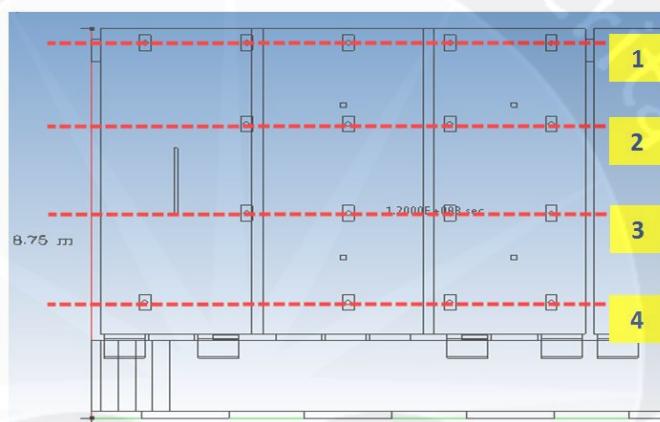


Sumber: Dari proses pemodelan dan pengujian yang dilakukan penulis.

Lampiran 11. Hasil Simulasi Existing Pratesis

1. Denah Potongan Simulasi

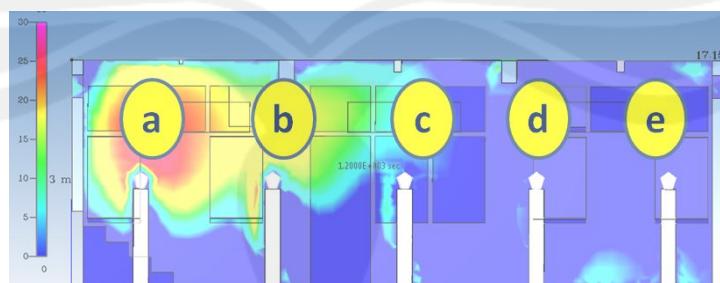
Hasil simulasi ditinjau pada potongan di mana siswa duduk berderet ke belakang, kemudian dianalisis keadaan aliran angin dan suhu pada potongan tersebut. Dengan demikian terdapat empat potongan yang akan ditampilkan sesuai jumlah deret siswa ke belakang. Berikut ini disajikan gambar denah potongan hasil simulasi permodelan kondisi eksisting ruang gambar basemen SMKN 2 Wonosari.



Denah potongan simulasi yang ditinjau

2. Kecepatan Angin

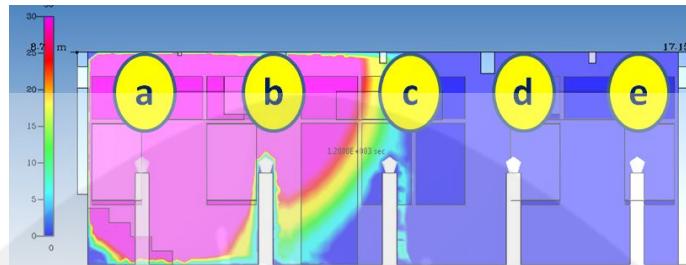
a. Potongan Satu



Kedaan aliran angin pada posisi duduk siswa potongan 1

Pada tempat duduk siswa potongan satu di atas pada baris a, b, c, terdapat bagian kecepatan angin yang $>1,5$ (antara 2,5-30 m/s), menurut tabel 3, dimana batas yang masih dianggap nyaman antara 0,25-1,5 m/s. Sehingga kondisi existing ini terdapat zona yang tidak nyaman.

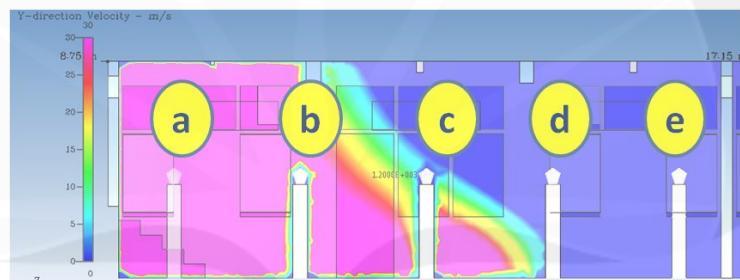
b. Potongan Dua



Keadaan aliran angin pada posisi duduk siswa potongan 2

Pada tempat duduk siswa potongan dua di atas pada baris a, b, c, terdapat bagian kecepatan angin >1,5(antara 2,5-30 m/s), yang lebih tegas dari zona potongan satu. Sehingga zona tidak nyaman makin terasa.

c. Potongan Tiga



Keadaan aliran angin pada posisi duduk siswa potongan 3

Pada potongan tiga ini pada baris a, b, c, d, terdapat bagian kecepatan angin antara 2,5-30 m/s, yang lebih luas dari zona potongan satu dan dua. Sehingga zona tidak nyaman lebih kuat lagi.

d. Potongan Empat

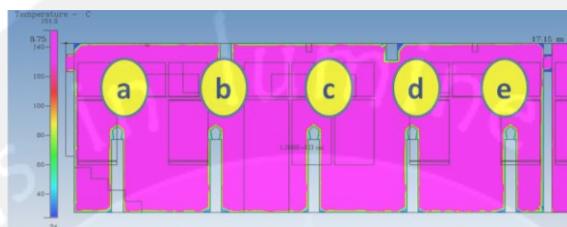


Keadaan aliran angin pada posisi duduk siswa potongan 4

Bahkan untuk potongan empat pada baris a, b, c, d, e, terdapat bagian kecepatan angin antara 2,5-30 m/s, yang lebih luas dari potongan tiga. Ini zona paling tidak nyaman.

3. Suhu Ruangan Existing

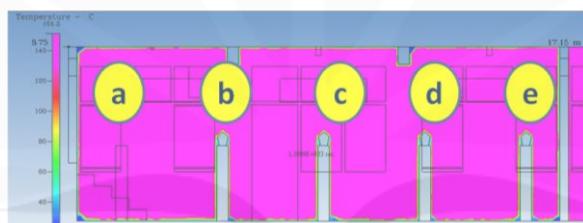
a. Potongan Satu



Keadaan suhu pada posisi duduk siswa potongan 1

Dari gambar di atas seluas potongan dari a – e suhunya sangat tinggi jauh di atas 40 °C, ini sangat tidak nyaman.

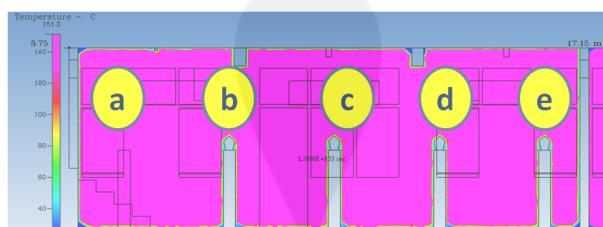
b. Potongan Dua



Keadaan suhu pada posisi duduk siswa potongan 2

Dari gambar di atas seluas potongan dari a – e suhunya sangat tinggi jauh di atas 40 °C, tidak berbeda dengan potongan satu sangat tidak nyaman.

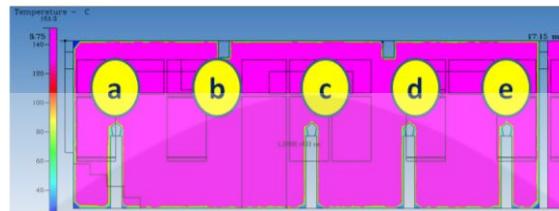
c. Potongan Tiga



Keadaan suhu pada posisi duduk siswa potongan 3

Dari gambar di atas seluas potongan dari a – e suhunya sangat tinggi jauh di atas 40 °C, sama dengan potongan satu dan dua sangat tidak nyaman.

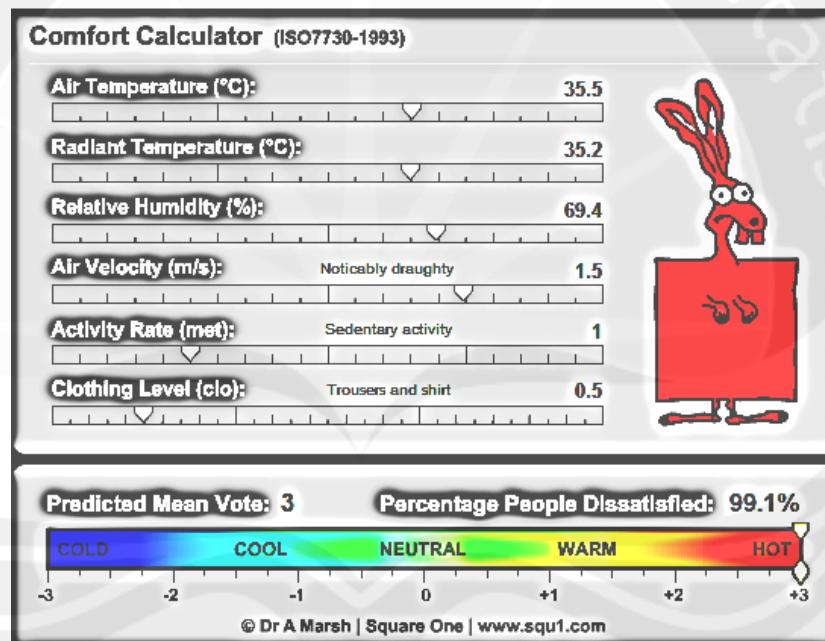
d. Potongan Empat



Keadaan suhu pada posisi duduk siswa potongan 4

Dari gambar di atas seluas potongan dari a – e suhunya sangat tinggi jauh di atas 40°C , sama dengan potongan 1, 2 dan 3 sangat tidak nyaman.

4. Hasil Comfort Calculator



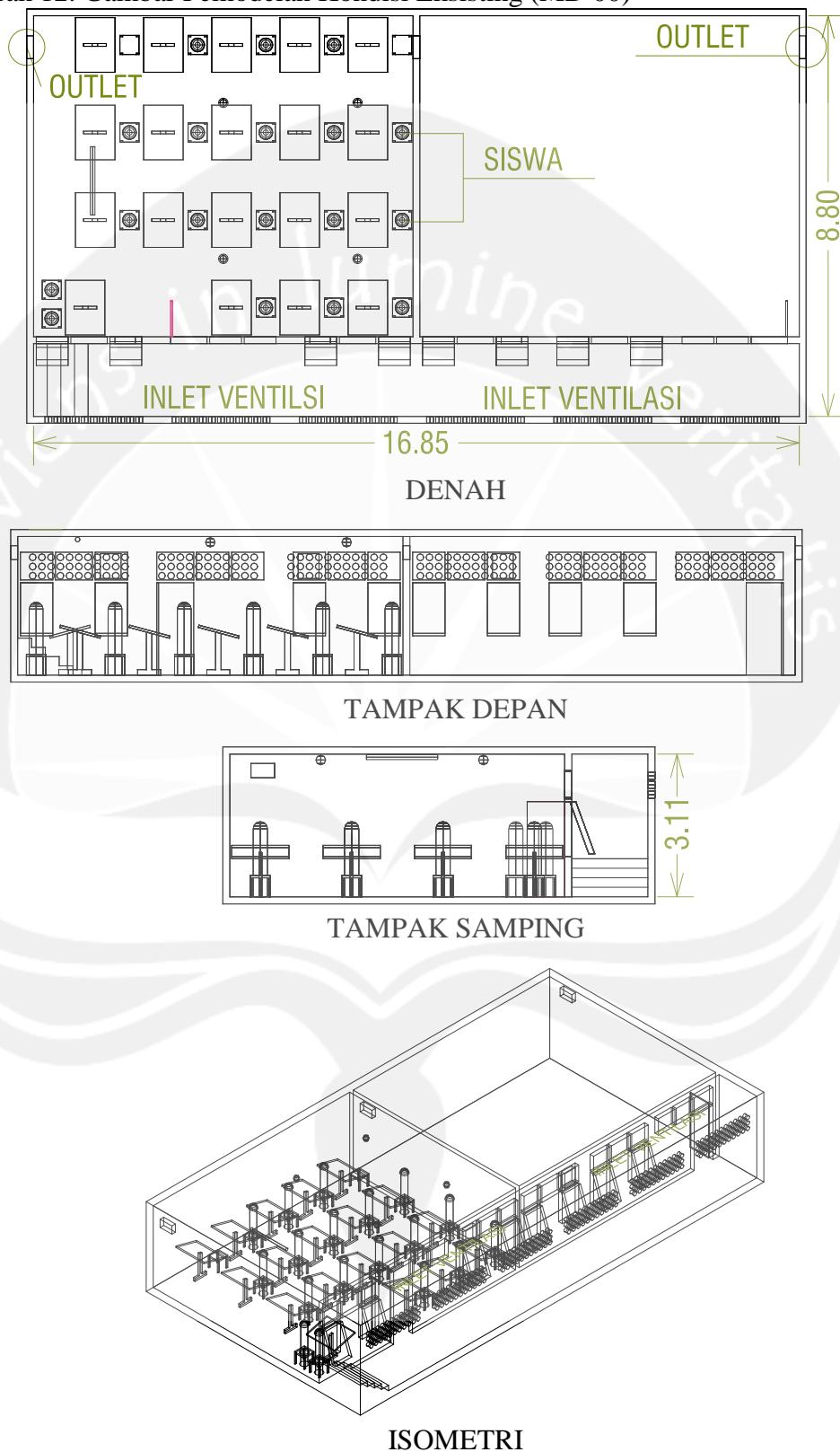
Hasil perhitungan kenyamanan dengan comfort calculator

5. Kesimpulan Eksisting

Dari hasil simulasi kondisi existing dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Dengan sistem ventilasi searah pergerakan udara tidak lancar,
- Kecepatan angin $> 3 \text{ m/s}$ pada beberapa zona terjadi di empat potongan,
- Suhu yang terjadi $> 40^{\circ}\text{C}$ merata dari empat garis potongan.
- Hasil PMV sekitar hampir 3 dan PPD sekitar 99%

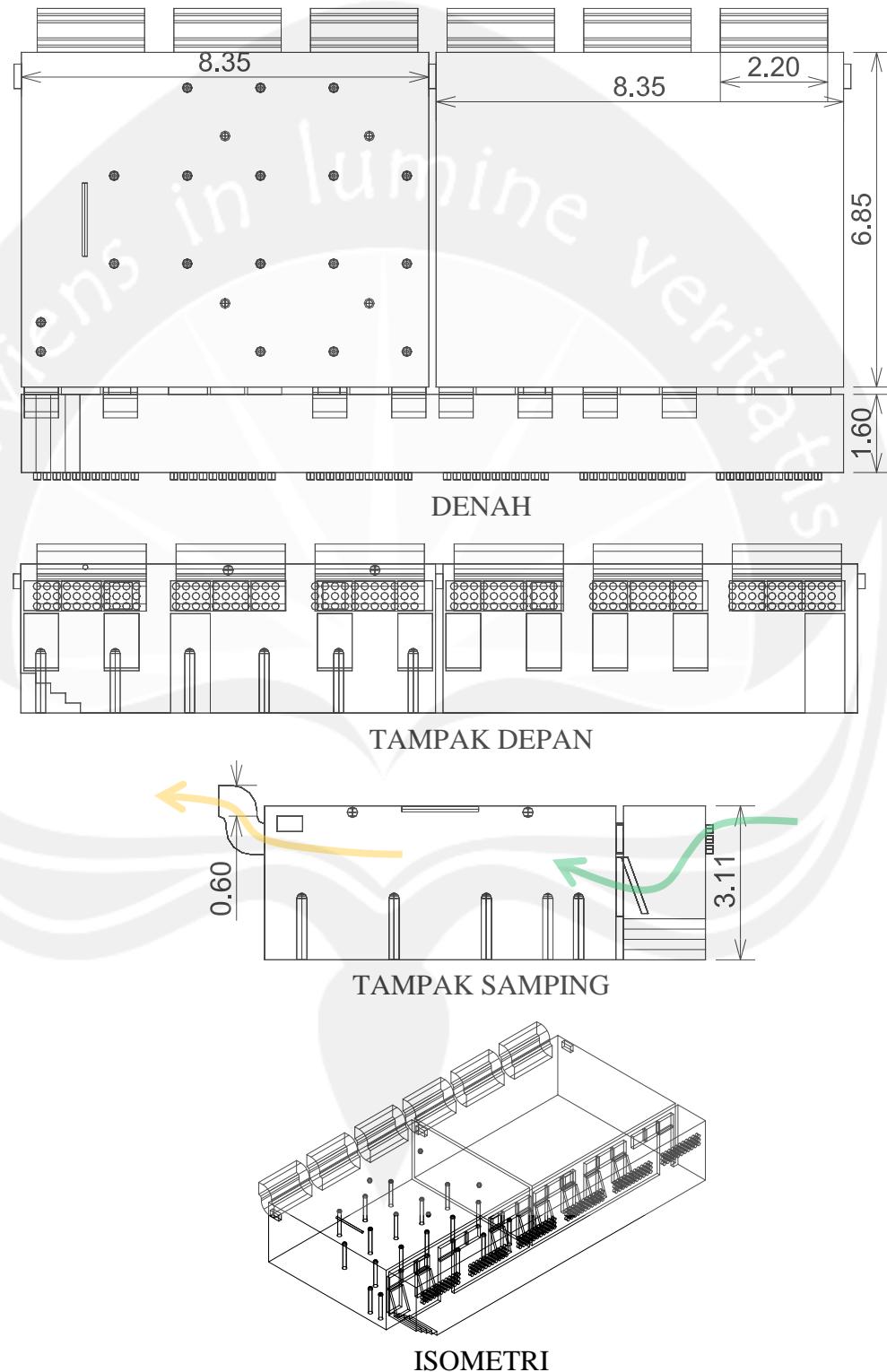
Lampiran 12. Gambar Pemodelan Kondisi Eksisting (MD 00)



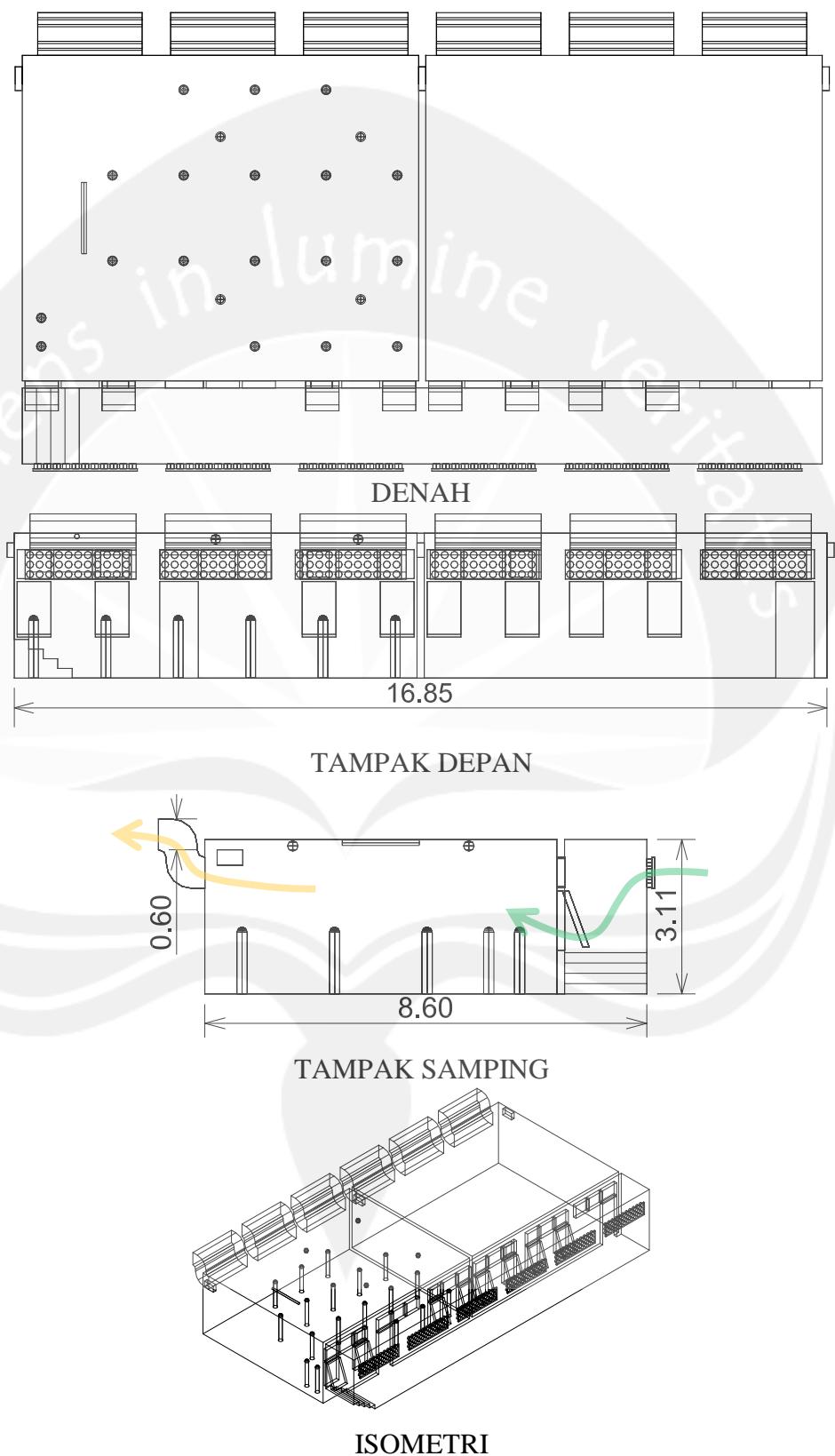
Lampiran 13. Gambar Pemodelan Ventilasi Silang (MD 01 - 03)

1. Model Cross Ventilation Original Inlet

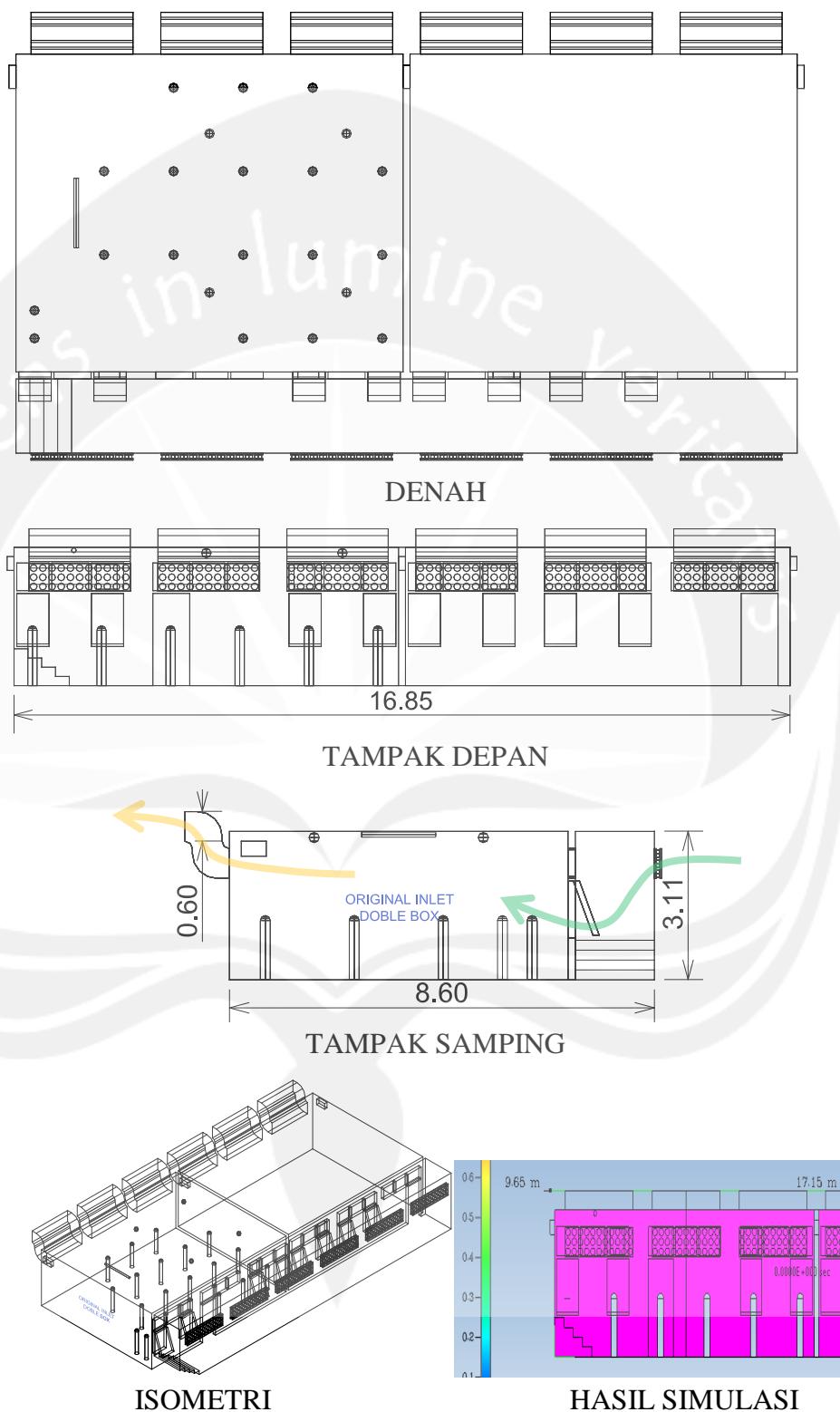
a. Model Cross Ventilation 01 (MD 01)



b. Model Cross Ventilation 02 (MD 02)



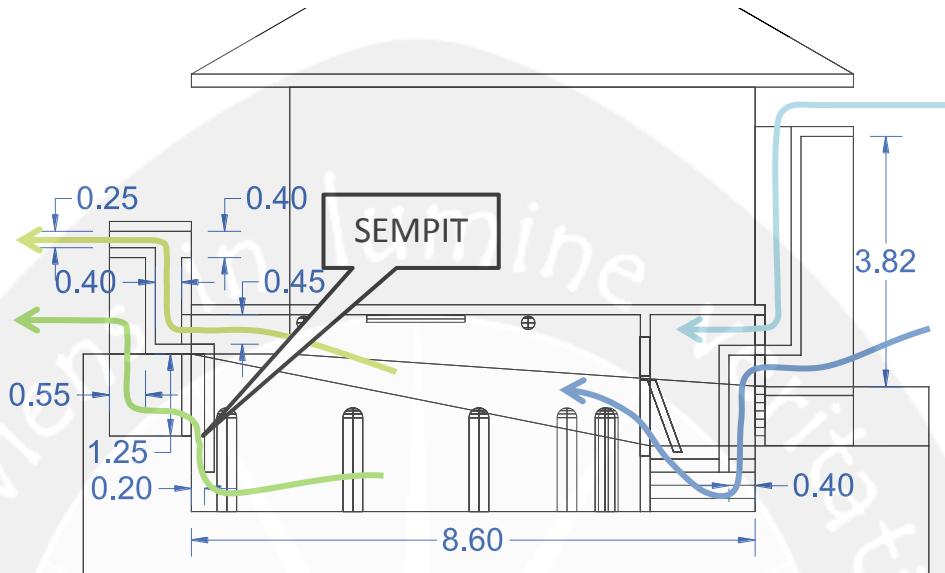
c. Model Cross Ventilation 03 (MD 03)



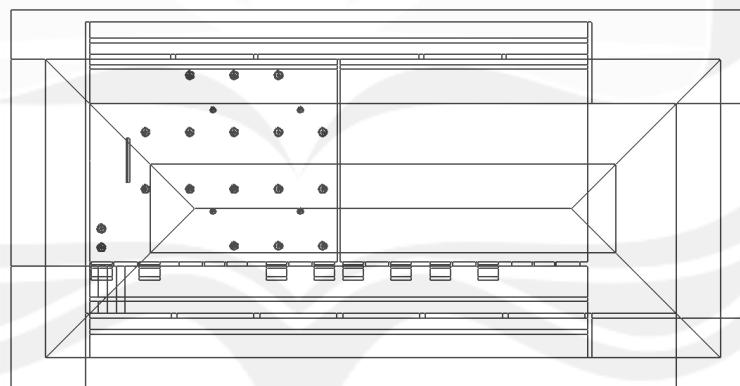
Hasil simulasi tidak sempurna (tidak normal)

Lampiran 16. Gambar Pemodelan Semi Wind Catcher (MD 09 – 13)

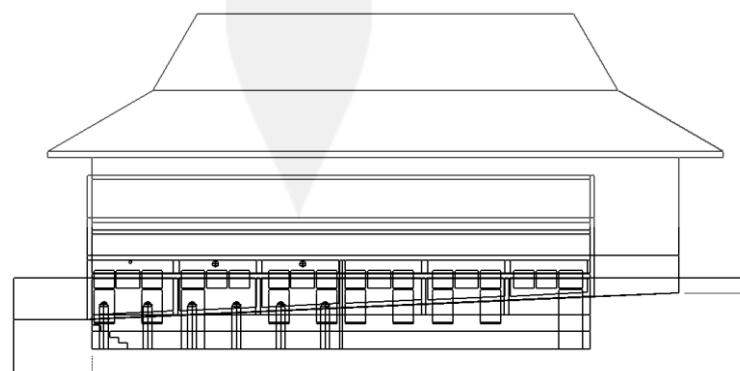
a. Model Semi Wind Catcher 01 (MD 09)



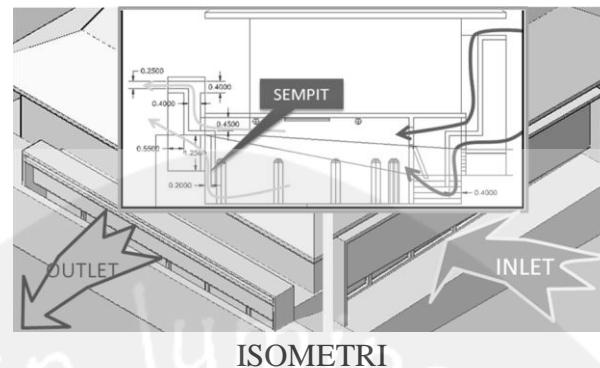
Bila dilakukan pengujian terhadap model ini pada CFD terasa berat karena banyak belokan – belokan yang membentuk siku, sehingga hambatan terlalu besar, model ini gagal disimulasikan.



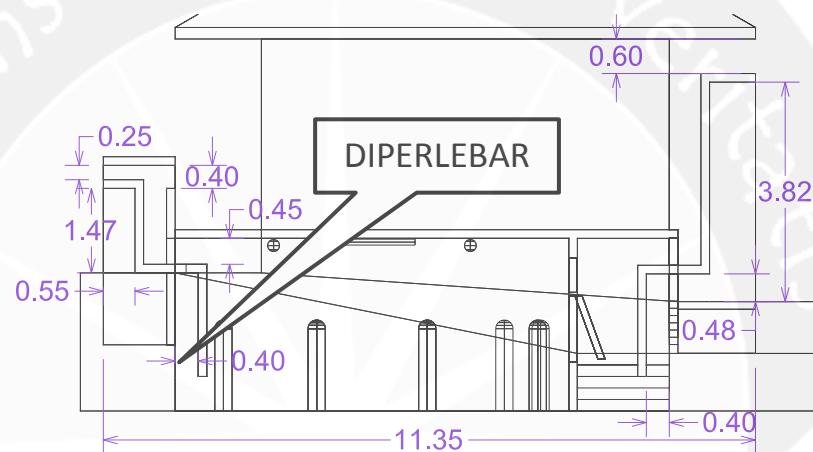
DENAH



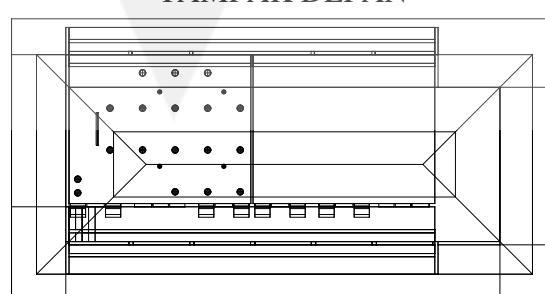
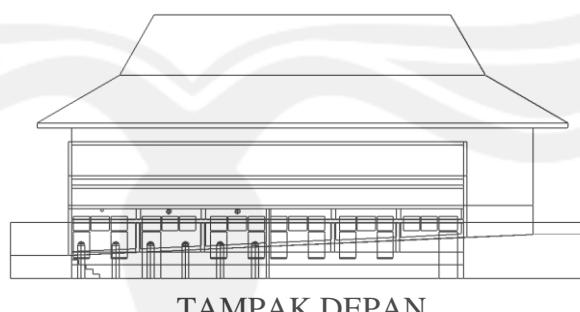
TAMPAK DEPAN

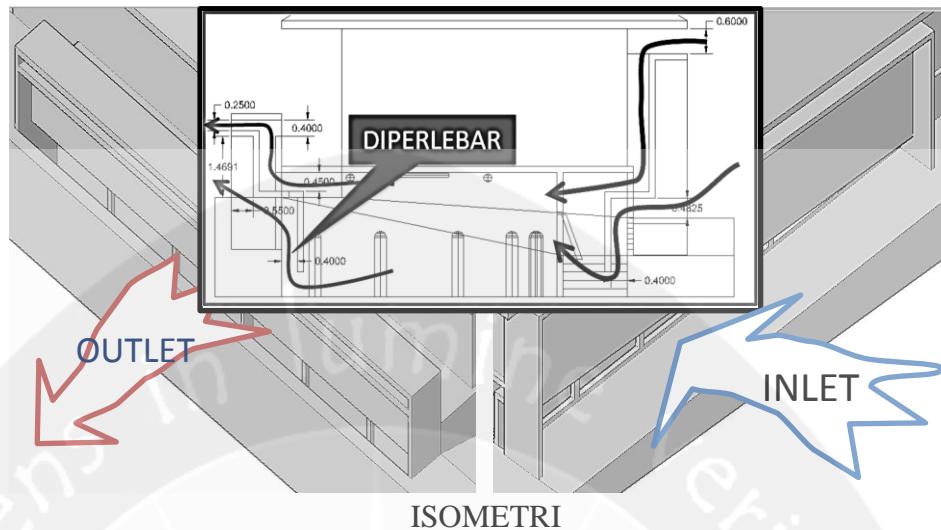


b. Model Semi Wind Catcher 02 (MD 10)

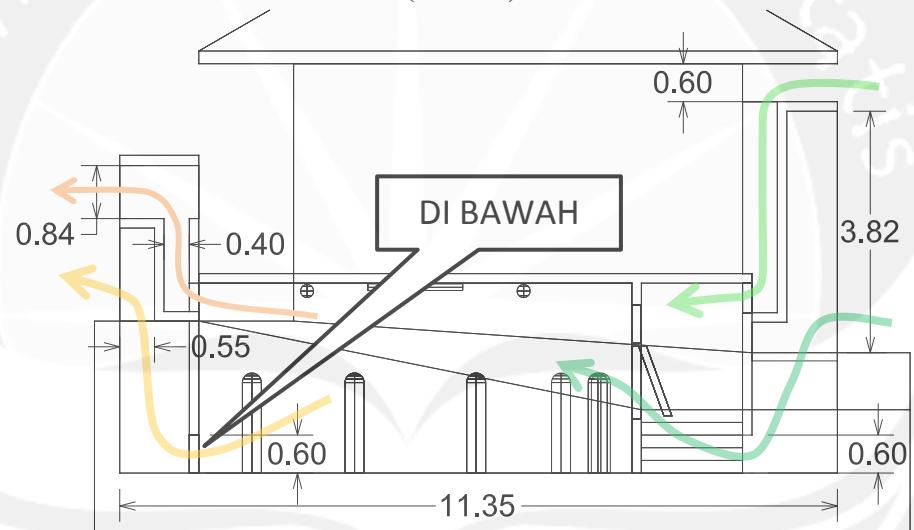


Pelebaran celah output bagian kiri ternyata tidak membantu melancarkan simulasi pada CFD, tapi masih berat karena banyak belokan – belokan yang membentuk siku, sehingga hambatan terlalu besar, model ini gagal disimulasikan.

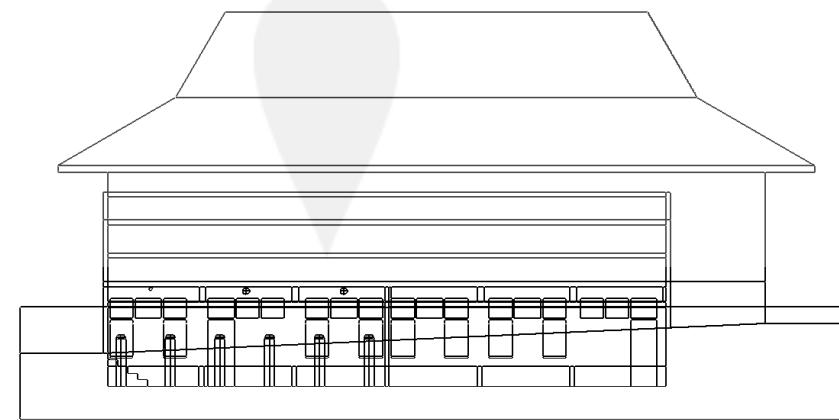




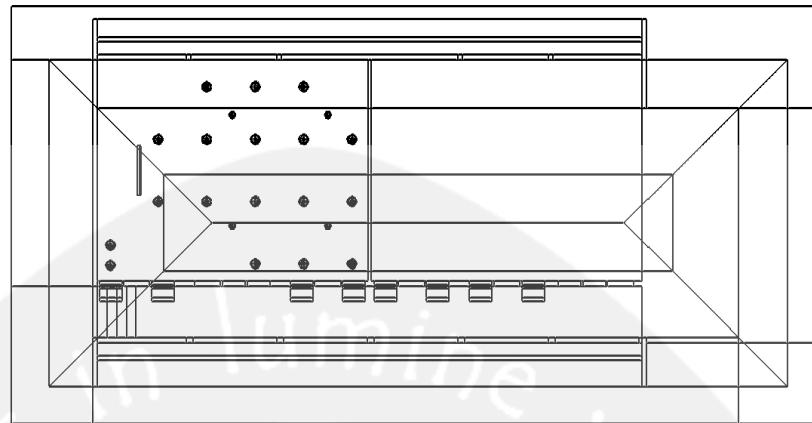
c. Model Semi Wind Catcher 03 (MD 11)



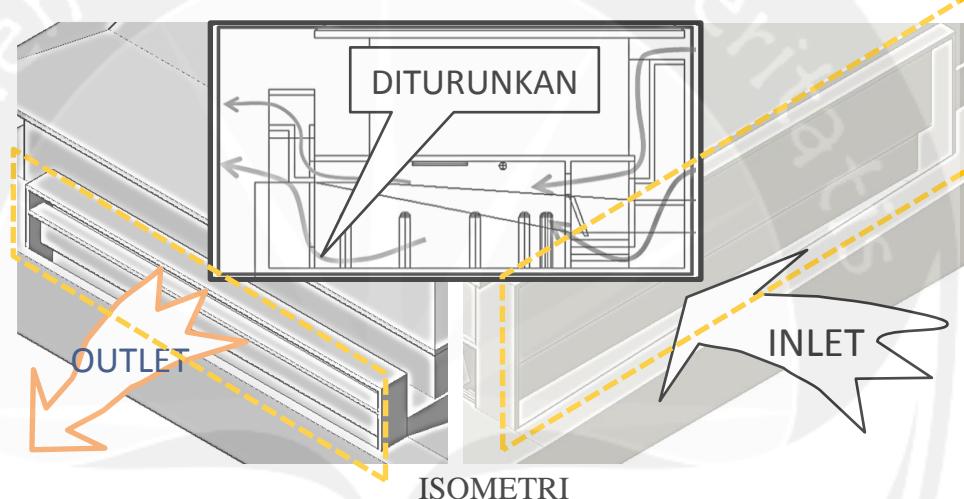
Dengan menghilangkan bagian skat dinding yang menghalangi dan meletakkan lubang pada dasar dinding diharapkan akan memperlancar aliran udara, ternyata gagal disimulasikan



TAMPAK



TAMPAK ATAS

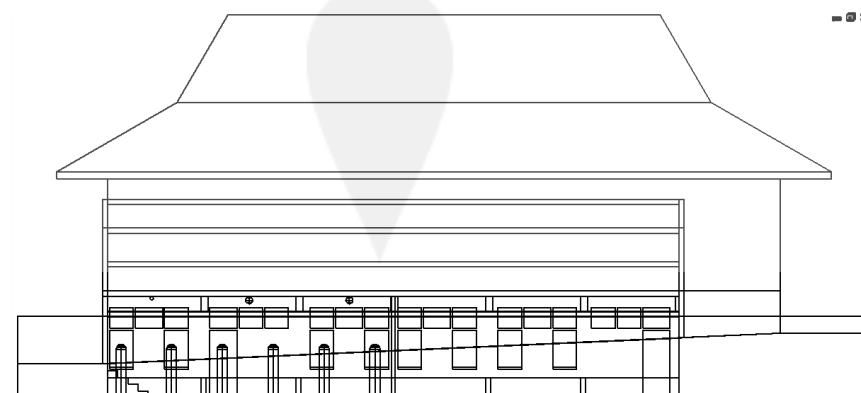


Hasil Simulasi

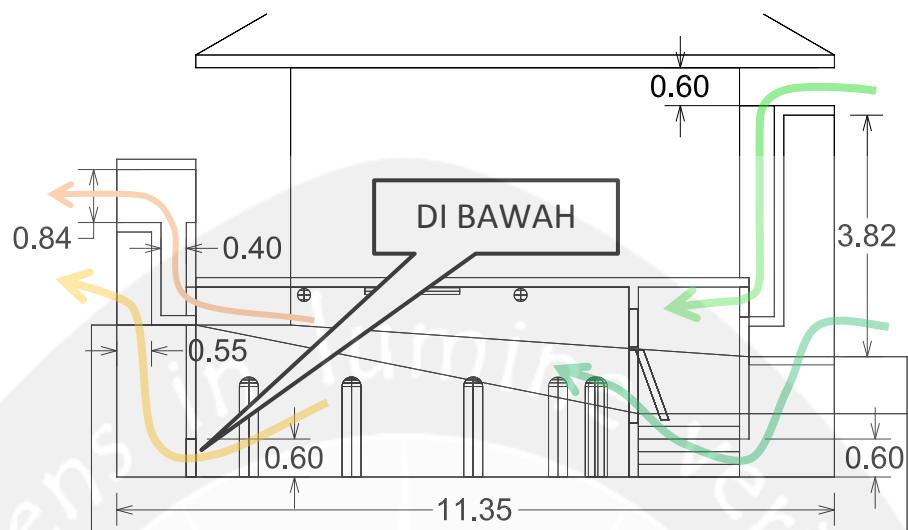
Hasil Simulasi error kecepatan angin dan suhu tidak muncul.

d. Model Semi Wind Catcher 04 (MD 12)

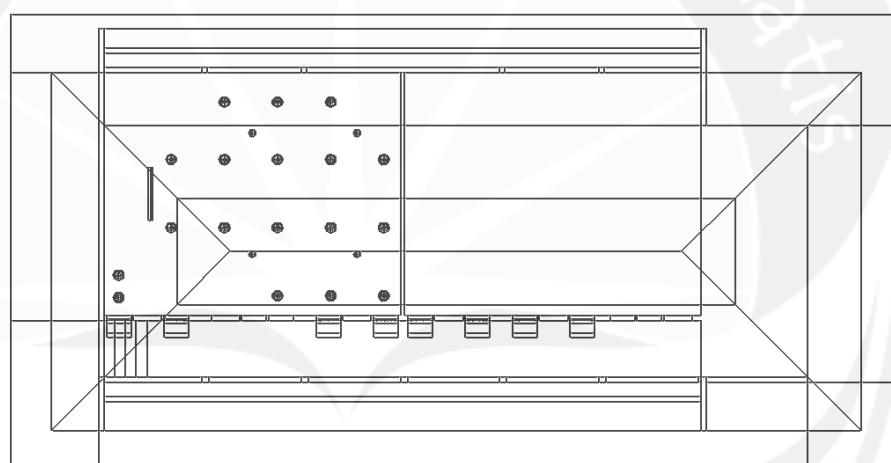
Model ini masih pengembangan dari model 11



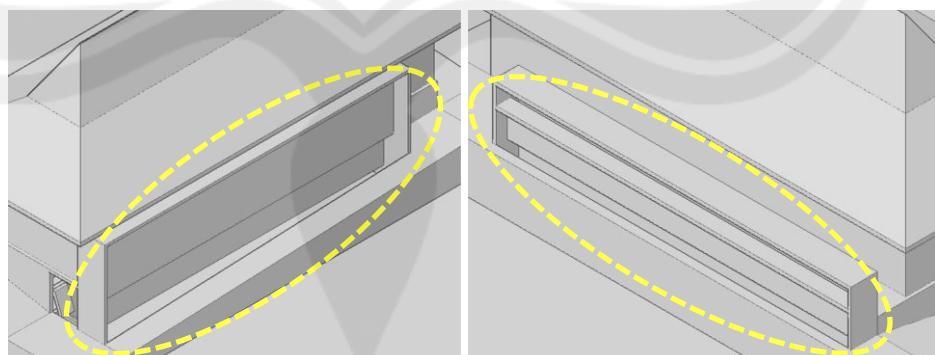
TAMPAK DEPAN



POTONGAN MELINTANG



TAMPAK ATAS



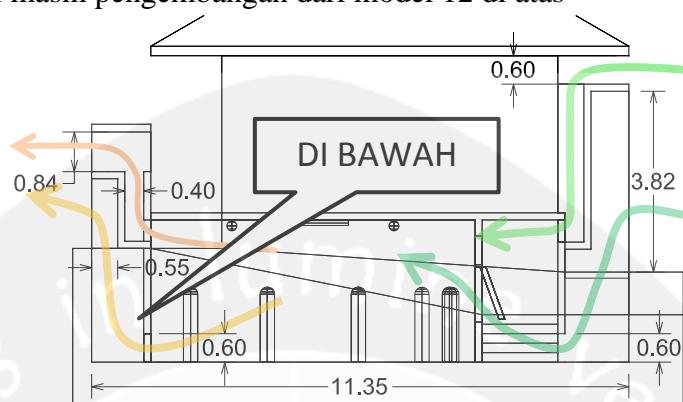
ISOMETRI

Hasil Simulasi

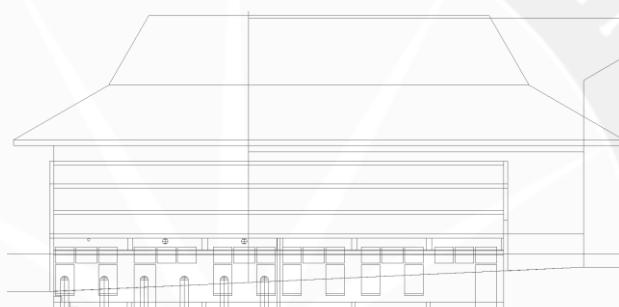
Hasil simulasi error kecepatan angin dan suhu tidak muncul.

e. Model Semi Wind Catcher 05 (MD 13)

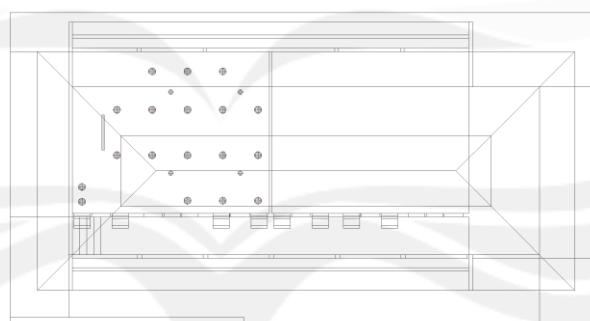
Model ini masih pengembangan dari model 12 di atas



PPOTONGAN MELINTANG

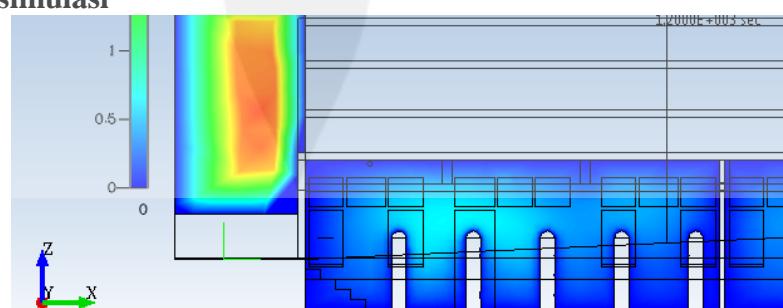


TAMPAK DEPAN



TAMPAK ATAS

Hasil simulasi



Simulasi dari model ini kecepatan angin berkisar 0,004 – 0,814 m/s, dan suhu berkisar 32,18 – 33,26 °C