

## **STUDI PENGARUH BENTUK DAN TATANAN MASA BANGUNAN TERHADAP PERILAKU ANGIN**

Hana Mufidah Khumaira<sup>1</sup> dan Sugini<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

<sup>1</sup>Surel: [15512065@students.uii.ac.id](mailto:15512065@students.uii.ac.id)

**ABSTRAK:** Sebagian besar bangunan moderen di Indonesia menggunakan energi mekanis untuk memperoleh kenyamanan termal. Hal ini berdampak pada penggunaan sumber energi tak terbarukan seperti minyak bumi yang semakin lama semakin menurun. Salah satu cara untuk meminimalisir hal tersebut adalah dengan penghematan energi khususnya pada sektor bangunan. Pendinginan bangunan melalui rekayasa ruang luar dapat dipengaruhi oleh dua hal, yaitu tata masa dan desain bangunan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk dan tata masa bangunan terhadap perilaku angin dan tingkat kenyamanan ruang luar. Metode penelitian dilakukan dengan simulasi model menggunakan software CFD. Sampel model diperoleh melalui pengamatan tata masa bangunan dan bentuk masa di kawasan Sungai Code, Yogyakarta. Hasil simulasi berupa data visual dan data statistik yang diperoleh menggunakan aplikasi spss. Hasil simulasi tersebut dianalisis secara deskriptif dan komparasi.

Berdasarkan analisis menunjukkan bahwa 1). Semakin tinggi bangunan maka ukuran dan jarak bayangan angin yang terjadi semakin besar pula. 2). Ditinjau dari kecepatan rata-rata, maka bentuk bangunan bersudut dengan tinggi 4 meter pada tatanan masa cluster mempunyai tingkat kenyamanan ruang luar paling nyaman.

**Kata kunci:** Perilaku angin, rekayasa ruang luar, bentuk bangunan, tata masa bangunan

### **PENDAHULUAN**

Bangunan modern di Indonesia hampir selalu menggunakan peralatan mekanis untuk memperoleh kenyamanan termal dan visual di dalam bangunan. Penggunaan penghawaan dan pencahayaan buatan ini membuat bangunan mengkonsumsi banyak energi. Studi menunjukkan konsumsi energi bangunan mencapai 33% terhadap konsumsi energi dunia. Dari energi yang digunakan dalam bangunan tersebut 68% digunakan untuk penyediaan kenyamanan termal (Suhendri dan Koerniawan, 2016). Berdasarkan isu penghematan energi tersebut maka timbul sebuah pemikiran tentang cara untuk menghemat energi atau mengefisiensi energi khususnya pada sektor bangunan.

Penghematan energi melalui rancangan arsitektur mengarah pada penghematan penggunaan listrik baik untuk pendingin udara, penerangan buatan, atau peralatan listrik lain dalam bangunan. Salah satu sistem yang merupakan bagian dari efisiensi energi adalah sistem penghawaan aktif dan pasif. Perancangan penghawaan dengan sistem pasif merupakan salah satu cara penghematan energi yang dapat memanfaatkan potensi aliran angin untuk mendinginkan masa bangunan.

Menurut Feriadi & Wong (2014) pada daerah beriklim tropis seperti Indonesia, angin menjadi elemen penting dalam memberikan kenyamanan termal. Ciri khas daerah iklim tropis adalah mempunyai kelembapan yang tinggi. Pada kondisi iklim ini angin berfungsi untuk mempercepat penguapan pada tubuh manusia, maka sensasi nyaman dapat dirasakan dari tiupan angin dengan kecepatan tertentu.

Berdasarkan teori dan isu penghematan energi tersebut, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait pemanfaatan aliran angin sebagai sistem pendinginan pasif

pada masa bangunan. Rekayasa dasar untuk mencapai kenyamanan termal beberapa diantaranya dipengaruhi oleh bentuk masa dan tatanan masa.

### Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh bentuk masa dilihat dari bentuk gubahan dan tinggi bangunan terhadap perilaku angin?
2. Bentuk dan tata masa seperti apa yang mempunyai tingkat kenyamanan ruang luar paling baik?

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk dan tata masa bangunan terhadap perilaku angin. Selain itu juga untuk mengetahui bentuk dan tata masa bangunan yang mempunyai tingkat kenyamanan ruang luar paling baik.

### STUDI PUSTAKA

Rekayasa ruang luar untuk mengendalikan kenyamanan termal dicapai dengan cara pemilihan dan perencanaan penempatan elemen di sekitar bangunan. Pengolahan ruang luar sebagai salah satu cara untuk meningkatkan sumber daya site sehingga dapat mencapai kenyamanan termal bangunan. Tahap untuk rekayasa site ditetapkan dalam dua hal. Salah satunya adalah berdasarkan kondisi iklim mikro.

Daerah dengan iklim yang relatif hangat atau panas, maka desain lebih bertujuan untuk mendinginkan atau menyejukkan. Cara untuk mendinginkan atau menyejukkan bangunan tergantung potensi iklim. Indonesia adalah daerah yang beriklim tropis dengan potensi angin yang berlimpah. Kondisi ini menjadi peluang tujuan pendinginan bangunan secara konveksi dengan memanfaatkan angin.

Aliran angin berfungsi untuk mendinginkan suatu area yang terkena hembusannya (Tuhari, 2014). Pada penelitian tingkat kenyamanan ruang luar diukur berdasarkan kecepatan angin. Semakin besar kecepatan angin maka semakin baik. Tabel berikut ini menyebutkan pengaruh kecepatan udara terhadap kenyamanan bagi tubuh manusia.

**Tabel 1** Kecepatan Angin dan Pengaruhnya Terhadap Kenyamanan

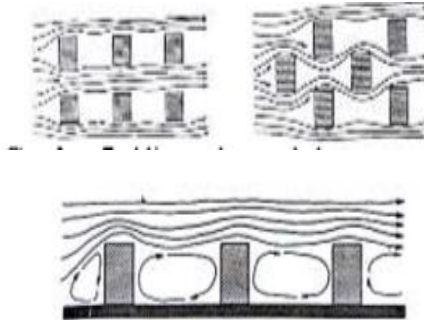
Kecepatan Angin Bergerak	Pengaruh Atas Kenyamanan	Efek Penyebaran (pada suhu 30°C)
< 0.25 m/detik	Tidak dapat dirasakan	0°C
0.25-0.5 m/detik	Paling nyaman	0.5-0.7 °C
0.5-1 m/detik	Masih nyaman, tetapi gerakan udara dapat dirasakan	1.0-1.2 °C
1-1.5 m/detik	Kecepatan maksimal	1.7-2.2 °C
1.5-2 m/detik	Kurang nyaman, berangin	2.0-3.3 °C
> 2 m/detik	Kesehatan penghuni terpengaruh oleh kecepatan angin yang tinggi	2.3-4.2 °C

Sumber : Ilmu Fisika Bangunan, Heinz Frick

Selain rekayasa site terdapat faktor lain yang mempengaruhi kenyamanan termal yaitu dari segi desain bangunan (Latifah, Perdana, Prasetya, & Siahaan, 2013)

1. Konfigurasi Bangunan

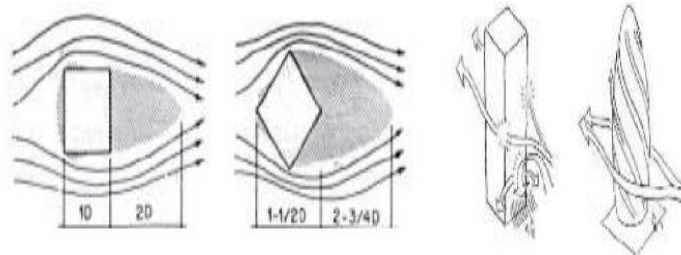
Perletakan masa bangunan dapat berpengaruh pada aliran udara yang berhembus di antara masa. Sehingga dengan penataan masa yang sesuai makan dapat menciptakan kenyamanan termal yang baik.



**Gambar 1** Aliran Udara Pada Bangunan  
 Sumber: Boutet dkk, 1987

2. Orientasi Bangunan

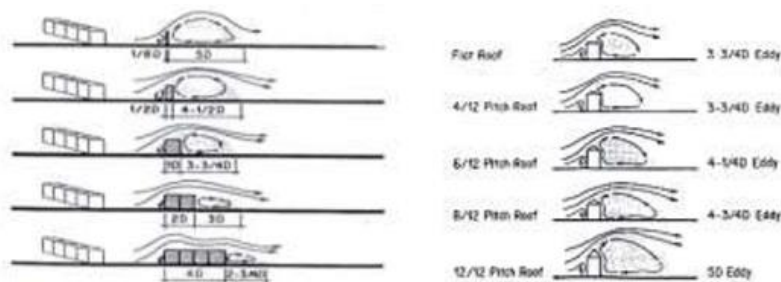
Bangunan persegi yang mempunyai sudut menciptakan aliran angin yang relative konsisten. Sedangkan masa bangunan yang tidak memiliki sudut memungkinkan aliran udara bergerak melalui selubung bangunan tanpa terjadi tabrakan sehingga tidak menimbulkan bayangan angin.



**Gambar 2** Orientasi Bangunan Persegi dan Silinder Terhadap Arah Angin  
 Sumber: Boutet dkk, 1987

3. Dimensi dan Bentuk Bangunan

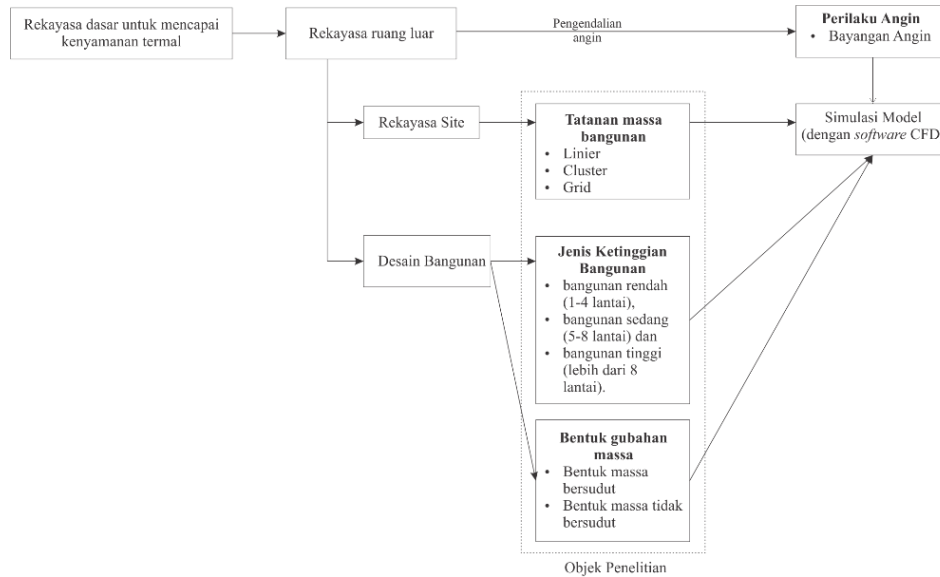
Bayangan angin dapat dipengaruhi oleh dimensi dan bentuk bangunan (*leeward*).



**Gambar 3** Pengaruh Dimensi dan Bentuk Bangunan Terhadap Bayangan Angin  
 Sumber: Boutet dkk, 1987

## Kerangka Teori

Berdasarkan paparan teori di atas maka dapat diperoleh kerangka teori yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



**Gambar 4** Kerangka Teori Penelitian

Rekayasa ruang luar untuk mengendalikan kenyamanan termal dicapai dengan cara pemilihan dan perencanaan penempatan elemen di sekitar bangunan. Pada penelitian ini rekayasa site dilihat dari jenis konfigurasi bangunan. Selain rekayasa site faktor yang mempengaruhi kenyamanan ruang luar adalah desain bangunan. Pada penelitian ini desain bangunan dilihat dari ketinggian bangunan dan bentuk gubahan masa. Objek penelitian berupa tata letak dan bentuk masa bangunan dengan jenis ketinggian yang berbeda. Objek tersebut akan digunakan sebagai model simulasi untuk mengetahui perilaku angin dan tingkat kenyamanan ruang luar.

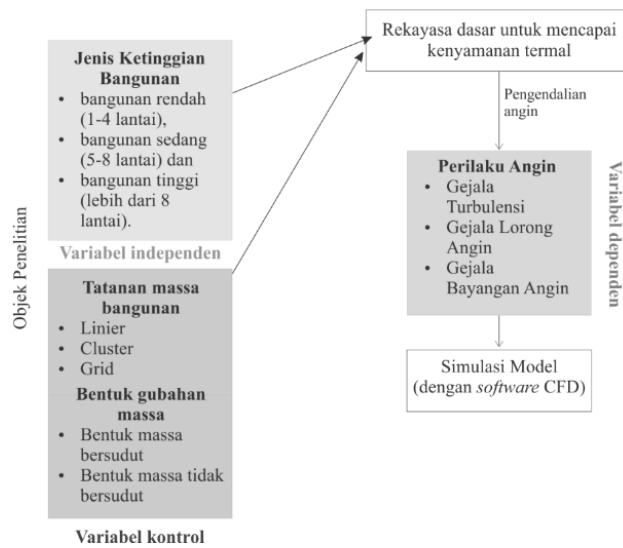
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan mengkaji studi literatur melalui beberapa sumber referensi seperti buku dan jurnal ilmiah terkait dengan bentuk masa, tata letak masa bangunan dan perilaku angin. Tahap simulasi model dilakukan untuk mengetahui perilaku angin. Simulasi model pada penelitian ini menggunakan bantuan *software CFD*. Setelah memperoleh hasil simulasi kemudian melakukan analisis yang dilakukan secara deskriptif dan komparasi data menggunakan aplikasi spss.

Penelitian ini fokus pada bentuk masa dan tata letak masa bangunan saja, dengan kondisi angin diasumsikan konstan. Konteks fisik lingkungan sekitar bangunan seperti vegetasi juga ditiadakan. Hal ini dilakukan agar studi pengaruh bentuk masa dan tata masa bangunan terhadap perilaku angin bisa dianalisa tanpa terganggu oleh variabel lain.

Sampel data ditentukan dengan memperhatikan variabel independen, dependen dan kontrol. Sampel tata masa bangunan *line*, *grid* dan *cluster* diperoleh melalui pengamatan konfigurasi masa di daerah Sungai Code menggunakan aplikasi *Google Earth*. Sementara sampel bentuk bangunan bersudut akan menyesuaikan dengan kondisi eksisting pada tata masa terpilih. Sedangkan bentuk gubahan masa yang tidak bersudut diperoleh dengan memodifikasi bentuk masa bersudut menjadi tidak bersudut

### Kerangka Variabel



**Gambar 5** Skema Variabel

Pada gambar di atas variabel independen yang diperlukan sebagai objek simulasi adalah ketinggian bangunan. Variasi ketinggian bangunan pada penelitian ini ditinjau dari tiga jenis ketinggian bangunan, yaitu ketinggian bangunan rendah, sedang, dan tinggi. Perilaku angin adalah variabel dependen yang akan dianalisa melalui simulasi model. Variabel kontrol yang akan membatasi sampel model agar sama yaitu tata masa bangunan dan bentuk gubahan masa. Tata masa bangunan berupa tata masa linier, *cluster* dan *grid*. Sedangkan bentuk gubahan masa bangunan yaitu bentuk masa bersudut dan tidak bersudut. Tiga jenis tata masa bangunan dan dua jenis bentuk gubahan masa tersebut akan dijadikan model sampel untuk simulasi menggunakan *software CFD*.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Tata Masa dan Bentuk Gubahan Masa Bersudut

Gambar yang disajikan merupakan data olahan dari hasil pengamatan menggunakan aplikasi Google Earth.



**Gambar 6.** Tatanan Masa *Cluster* (kiri), *Line* (tengah), dan *Grid* (kanan)

#### 2. Tata Masa dan Bentuk Gubahan Masa Tidak Bersudut

Gambar yang disajikan merupakan model sampel bentuk gubahan tidak bersudut yang diperoleh dengan memodifikasi bentuk gubahan masa bersudut.









**Gambar 7.** Data bentuk gubahan masa tidak bersudut pada tata masa *cluster*, *grid*, dan *line*







3. Analisis Deskriptif Perilaku Angin Terhadap Bentuk dan Tata Masa Bangunan

Setelah melalui proses simulasi, hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan analisis dan perbandingan. Perilaku angin yang diamati berdasarkan adanya bayangan angin. Hasil penelitian ini membuktikan teori bahwa dimensi dan bentuk bangunan dapat berpengaruh pada lebar atau ukuran bayangan angin (leeward, dalam Nur Laela dkk, 2013)


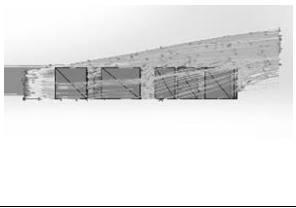




**Tabel 2** Bayangan Angin pada Tata Masa *Line*

Bentuk gubahan masa	Ketinggian bangunan		
	4 m	20 m	32 m
Bersudut			
Tidak mempunyai sudut			

**Tabel 3** Bayangan Angin pada Tata Masa *Cluster*

Bentuk gubahan masa	Ketinggian bangunan		
	4 m	20 m	32 m
Bersudut			
Tidak mempunyai sudut			

**Tabel 4** Bayangan Angin pada Tata Masa *Grid*

Bentuk gubahan masa	Ketinggian bangunan		
	4 m	20 m	32 m
Bersudut			
Tidak mempunyai sudut			

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa semakin tinggi bangunan maka ukuran dan jarak bayangan angin yang terjadi semakin besar pula. Berdasarkan teori menjelaskan bahwa tinggi dan lebar bangunan mempengaruhi area bayangan angin (leeward dalam Nur Laela dkk, 2013). Area bayangan angin berada di belakang bangunan (sisi bagian utara), sehingga membuat masa yang berada di area tersebut tidak mendapat aliran angin.

#### 4. Analisis Komparasi Perilaku Angin Terhadap Bentuk dan Tata Masa Bangunan

Pada tahap analisis komparasi dilakukan dua perbandingan, yaitu pertama komparasi berdasarkan bentuk gubahan masa dan yang kedua komparasi berdasarkan tinggi bangunan.

Tabel di bawah ini menyebutkan perbandingan kecepatan angin berdasarkan bentuk gubahan masa bersudut dan tidak bersudut.

**Tabel 5.** Data Statistik Kecepatan Angin Berdasarkan Bentuk Gubahan Masa

Line

Kecepatan Angin

Bentuk Massa	Mean	N	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Range
Bersudut	.8081	36	.27292	.36	1.16	.80
Melengkung	.8208	36	.26532	.22	1.42	1.20
Total	.8793	96	.27926	.22	1.42	1.20

Cluster

Kecepatan Angin

Bentuk Massa	Mean	N	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Range
Bersudut	.9704	24	.21306	.51	1.32	.81
Melengkung	.8279	24	.29392	.34	1.41	1.07
Total	.8992	48	.26396	.34	1.41	1.07

Grid

Kecepatan Angin

Bentuk Massa	Mean	N	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Range
Bersudut	.5847	36	.22869	.19	1.38	1.19
Melengkung	.6378	36	.22993	.34	1.37	1.03
Total	.8070	198	.28707	.19	1.38	1.19

Berdasarkan hasil komparasi di atas menunjukkan bahwa kecepatan rata-rata pada tata massa *line*, *cluster* dan *grid* dengan bentuk gubahan masa bersudut dan tidak bersudut tergolong kategori nyaman, yaitu antara 0,5-1,0 m/dt. Namun dilihat dari nilai kecepatan

rata-rata tertinggi yang mempunyai tingkat paling nyaman adalah pada tata massa *cluster* dengan bentuk gubahan massa bersudut.

Tabel di bawah ini menyebutkan perbandingan kecepatan angin berdasarkan bentuk tinggi bangunan 4, 20, dan 32 m.

**Tabel 6.** Data Statistik Kecepatan Angin Berdasarkan Tinggi Bangunan

Line

Kecepatan Angin						
Tinggi	Mean	N	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Range
4.00	1.0556	32	.24412	.36	1.42	1.06
20.00	.7922	32	.25966	.22	1.16	.94
32.00	.7900	32	.25260	.37	1.34	.97
Total	.8793	96	.27926	.22	1.42	1.20

Cluster

Kecepatan Angin						
Tinggi	Mean	N	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Range
4.00	1.1200	16	.19061	.83	1.41	.58
20.00	.8338	16	.23212	.51	1.20	.69
32.00	.7438	16	.21391	.34	1.02	.68
Total	.8992	48	.26396	.34	1.41	1.07

Grid

Kecepatan Angin						
Tinggi	Mean	N	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Range
4.00	.9530	66	.32917	.19	1.38	1.19
20.00	.7365	66	.26522	.34	1.24	.90
32.00	.7314	66	.19640	.46	1.23	.77
Total	.8070	198	.28707	.19	1.38	1.19

Berdasarkan hasil komparasi di atas menunjukkan bahwa kecepatan rata-rata pada tata massa *line* dan *cluster* dengan ketinggian bangunan 4 m tergolong kategori nyaman, yaitu di antara 0,5-1,0 m/dt. Sementara pada tata massa *line* dan *cluster* dengan ketinggian 20 m dan 32 m memiliki kecepatan rata-rata dengan kategori masih nyaman, yaitu di antara 1,0-1,5 m/dt. Sedangkan kecepatan rata-rata pada tata massa *grid* dengan ketinggian bangunan 4, 20, dan 32 m tergolong kategori masih nyaman. Sehingga tinggi bangunan yang memiliki tingkat kenyamanan paling baik adalah ketinggian 4 m pada tata massa *cluster*.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan proses pencarian data hingga simulasi model tata masa bangunan *line*, *cluster* dan *grid* dengan variasi bentuk gubahan dan ketinggian, maka telah terjawab pertanyaan pertama. Bahwa semakin tinggi bangunan maka ukuran dan jarak bayangan angin yang terjadi semakin besar pula. Hal ini sesuai dengan teori yang digunakan sebagai rujukan, menyatakan bahwa tinggi dan lebar bangunan mempengaruhi area bayangan angin.

Data hasil simulasi berupa kecepatan angin yang diukur pada titik tengah ketinggian bangunan telah dikumpulkan dan dikomparasikan menggunakan bantuan aplikasi SPSS. Analisis komparasi ini untuk mengetahui tingkat kenyamanan ruang luar di antara model-model simulasi penelitian. Terdapat dua penggolongan analisis yaitu berdasarkan bentuk gubahan masa dan berdasarkan ketinggian bangunan.

Berdasarkan hasil perbandingan kecepatan angin yang ditinjau dari bentuk gubahan masa dan tinggi bangunan, menunjukkan bahwa pada kecepatan angin rata-rata bentuk bangunan bersudut dengan tinggi 4 meter pada tatanan masa *cluster* mempunyai tingkat kenyamanan ruang luar paling nyaman.



### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu proses berjalannya penyusunan penelitian ini. Terimakasih kepada Universitas Islam Indonesia pada umumnya dan kepada Jurusan Arsitektur pada khususnya yang telah memberi dukungan serta kepada dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- John, K. W. (2011). Perhitungan Aliran Angin pada Ventilasi Bangunan Menggunakan Simulasi Numerik. *Ilmiah Sains*, 69. Retrieved from <http://sulutiptek.com>
- Karyono, T. H. (2007). *Dari Kenyamanan Termis hingga Pemanasan Bumi: Suatu Tinjauan Arsitektur dan Energi*. Retrieved from [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)
- Karyono, T. H. (2011). Bangunan Hemat Energi: Strategi Penghematan Energi Bangunan di Kawasan Sub Tropis dan Tropis Basah. *Seminar Bangunan Hemat Energi*. Serpong.
- Karyono, T. H. (2013). *Arsitektur dan Kota Tropis Dunia Ketiga: Suatu Bahasan tentang Indonesia*. Rajawali Pers.
- Kustianingrum, D., Salahudin, F., Yusuf, A., & Mulyana, A. (2012, Februari 1). *Kajian Tatanan Masa dan Bentuk Bangunan Terhadap Konsep Ekologi di Griyo Tawang Solo*. Retrieved from <http://lib.itenas.ac.id>
- Laksmiyanti, D. P. (2016). Kinerja Bentuk bangunan perkantoran bertingkat menengah di Surabaya terhadap Efisiensi Energi Pendinginan. *Jurnal IPTEK*, 4.
- Latifah, N. L., Perdana, H., Prasetya, A., & Siahaan, O. P. (2013). Kajian Kenyamanan Termal pada Bangunan Student Center ITENAS Bandung. *Reka Karsa- Jurnal Arsitektur*, 3-4. Retrieved from [Jurnal Arsitektur - Reka Karsa Web page: ejurnal.itenas.ac.id](http://Jurnal Arsitektur - Reka Karsa Web page: ejurnal.itenas.ac.id)
- Mansauda, S. B. (2013). Visualisasi Perilaku Angin Ventilasi Alami Ruang. *Media Matrasain*, 9.
- Putra, M. S. (2010). *Pengembangan Kantor Pusat Rosalia Indah*. Retrieved from Repositori UAJY Web Site: <http://e-journal.uajy.ac.id/>
- Sugini. (2013). *Kenyamanan Termal Ruang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suhendri, & Koerniawan, M. D. (2016). Investigasi Ventilasi Gaya-Angin Rumah Tradisional Indonesia dengan Simulasi CFD. *Temu Ilmiah IPLBI 2016*, (p. 67). Malang. Retrieved from [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net).
- Sumatera, U. (2018). *Discover: Repository Institusi Universitas Sumatera Utara*. Retrieved from [Repository Institusi Universitas Sumatera Utara Web Site: http://repository.usu.ac.id](http://Repository Institusi Universitas Sumatera Utara Web Site: http://repository.usu.ac.id)
- Tuhari. (2014). *Pengembangan Model Sistem Ventilasi Ruang Gambar dengan CFD, Studi Kasus: Ruang Gambar Basemen SMK Negeri 2 Wonosari*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.