

## Windows and Sunscreen for Healthy Buildings in Healthy Buildings, Case Study: Building of planning and Civil Engineering Education Department

**Muhammad Idhil Maming<sup>1</sup>, Andi Abidah<sup>2</sup>, Jan Robert<sup>3</sup>**

Universitas Negeri Makassar  
Email: andi.abidah@unm.ac.id

**Abstract.** The tropical building, especially in Indonesia, generally using air conditioning (AC) to cool the rooms. Office and education buildings already exist that use ventilation. Covid-19, which is a plague in the worldwide who user must rethink about healthy buildings. Sunscreen and window by wide model make a good wind circulation and sunscreen function as screen much sunshine into a room. It comfortable for users in the room. This research is qualitative research by sunscreen and window design as output.

**Keywords:** Healthy building, sunscreen, and window

### **PENDAHULUAN**

Arsitektur dapat dipandang sebagai pelindung manusia terhadap dampak negatif yang disebabkan oleh lingkungan. (Agus Budi Purnomo, 2003; Lili Kusumawati et.al., 2019). Sebagai negara tropis, memasukkan angin secara terus menerus ke dalam ruang sebagai proses pergantian udara dapat membuat udara dalam ruang menjadi sejuk dan sehat. Selain itu adanya pergerakan udara yang langsung menyentuh kulit dapat membantu proses evaporasi pada keringat, sehingga ruangan terasa lebih nyaman.

Saat ini, orang yang bermukim didaerah beriklim tropis khususnya Indonesia cenderung mengabaikan faktor kesehatan dalam bangunan. Sebagai contoh, pengguna pengkondisian udara mekanis AC, dapat memudahkan pencapaian suhu ruang dimana kenyamanan akan dicapai. Dengan rancangan apapun, ruang dapat dibuat nyaman dengan penempatan mesin AC, bahkan kini hampir setiap ruangan menggunakan pengkondisian udara mekanis ini, padahal penggunaan AC tidaklah baik bagi kesehatan. Bangunan yang berada di daerah dengan iklim tropis lebih membutuhkan udara yang selalu bergerak dan mengalir. Udara yang selalu mengalir dan berganti akan membuat pengguna ruang lebih sehat dan nyaman.

Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar (UNM) yang terbagi atas 15 gedung dan aktivitas yang berbeda-beda ditiap ruang, memiliki tuntutan untuk mencapai kenyamanan, kesehatan dan kesegaran hidup dalam bangunan. Yang

terlihat dilapangan adalah jenis bukaan jendela dan ventilasi yang cukup baik. Penerapan bukaan-bukaan yang ada di beberapa bangunan berupa ventilasi silang dengan jendela serta inlet dan outlet, namun terdapat beberapa gedung fakultas yang menutup ventilasi dan jendela sehingga menghalang aliran udara dan cahaya masuk.

Konsep bangunan sehat ialah konsep yang dikembangkan sebagai lanjutan dari konsep bangunan hijau. Konsep ini tidak hanya mempertimpangkan dampak bangunan ke lingkungan, tetapi juga dampak bangunan bagi kesehatan penghuninya. Hal ini kemudian menjadi pertimbangan baru bagi arsitek dan desainer dalam proses desain bangunan. Selain kesehatan fisik manusia, pada bangunan sehat dipertimbangkan pula kesehatan mental manusia. Hal ini menjadi penting karena ruang yang kita huni dan tempati pada dasarnya memiliki pengaruh yang kuat terhadap kondisi psikis kita. Dalam penelitian ini, pada bangunan fakultas teknik akan di berikan solusi desain bukaan jendela yang sesuai untuk kebutuhan kenyamanan termal dan visual guna menciptakan bangunan yang sehat.

## **KAJIAN PUSTAKA**

Iklm tropis merupakan iklim yang terjadi pada daerah dengan letak astronomis pada 23,5° lintang utara hingga 23,5° lintang selatan. Iklim tropis memiliki ciri utama yaitu memiliki temperature yang tergolong tinggi rata-rata tidak dibawah 20°C. Berdasarkan letak geografis, iklim tropis terbagi menjadi 2 yaitu tropis kering dan tropis lembab. Iklim tropis lembab adalah daerah yang secara geografis berdekatan dengan perairan (hutan tropis, daerah dengan angin musim, savanah lembab) (Lippsmeier, 1994).

Secara geografis, wilayah Indonesia terletak diantara 2 samudera yaitu hindia dan pasifik serta 2 benua yaitu Asia dan Australia. Hal ini dapat memperjelas bahwa wilayah Indonesia memiliki iklim tropis lembab. Akibatnya adalah uap air dalam jumlah banyak yang berasal dari permukaan samudera terbawa oleh tiupan angin mengitari wilayah Indonesia. Wilayah ini memiliki suhu antara 28 - 38°C pada musim kemarau dan 25 - 29°C pada saat musim hujan. Kelembaban yang terjadi pada musim kemarau sekitar 40% - 70% sedangkan kelembaban pada saat musim hujan sekitar 80% - 100%. Selain itu, wilayah yang memiliki iklim tropis lembab akan menerima banyak radiasi matahari (Lippsmeier, 1997).

Rumusan yang dikeluarkan oleh American Public Health Association (APHA), syarat rumah sehat harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. memenuhi kebutuhan fisiologis meliputi pencahayaan, penghawaan, ruang gerak yang cukup, dan terhindar dari kebisingan yang mengganggu
2. memenuhi kebutuhan psikologis meliputi privacy yang cukup, komunikasi yang sehat antar anggota keluarga dan penghuni rumah
3. memenuhi persyaratan pencegahan penularan penyakit antar penghuni rumah meliputi penyediaan air bersih, pengelolaan tinja, limbah rumah tangga,

bebas vektor penyakit dan tikus, kepadatan hunian yang tidak berlebihan, dan cukup sinar matahari pagi

4. memenuhi persyaratan pencegahan terjadinya kecelakaan baik yang timbul karena keadaan luar maupun dalam rumah, antara lain fisik rumah yang tidak mudah roboh, tidak mudah terbakar dan tidak cenderung membuat penghuninya jatuh tergelincir (Notoatmodjo, 2003).

Berbagai penelitian kenyamanan suhu yang dilakukan di daerah iklim tropis basah, seperti halnya Mom dan Wiesebron di Bandung, Ellis, de Dear di Singapore, Busch di Bangkok, Ballabtyne di Port Moresby, kemudian Karyono di Jakarta, memperlihatkan rentang suhu antara 24°C hingga 30°C yang dianggap nyaman bagi manusia yang berdiam pada daerah iklim tersebut. Sementara itu, Standar Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi pada Bangunan Gedung yang diterbitkan oleh Yayasan LPMB-PU membagi suhu nyaman untuk orang Indonesia atas tiga bagian sebagai berikut:

Tabel 2.1. Suhu Nyaman menurut Standar Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi pada Bangunan Gedung

	Tempertur Efektif (TE)	Kelembaban (RH)
Sejuk Nyaman	20,5°C - 22,8°C	50%
Ambang Batas	24°C	80%
Nyaman	22,8°C – 25,8°C	70%
Optimal	28°C	
Ambang Batas		
Hangat Nyaman	25,8°C – 27,1°C	60%
Ambang Batas	31°C	

Angka diatas berada di bawah kondisi suhu udara di Indonesia yang dapat mencapai 35°C dengan kelembaban 80%. Usaha mengendalikan factor-faktor iklim diatas untuk memperoleh kenyamanan termal di dalam bangunan dilakukan dengan cara yang paling mudah adalah dengan pendekatan mekanis yaitu menggunakan AC tetapi membutuhkan biaya operasional yang tidak sedikit. Pendekatan kedua adalah mengkondisikan lingkungan didalam bangunan secara alami dengan pendekatan arsitektural.

Penghawaan merupakan proses pertukaran udara di dalam bangunan untuk merekayasa pergerakan udara dan temperatur udara secara alami melalui bantuan elemen-elemen bangunan yang terbuka ataupun pengkondisian udara dengan alat mekanis. Untuk mencapai kenyamanan, kesehatan dan kesegaran hidup dalam rumah tinggal atau bangunanbangunan bertingkat, khususnya di daerah beriklim tropis dengan udara yang panas dan tingkat kelembaban tinggi, diperlukan usaha untuk mendapatkan udara segar baik udara segar dari alam dan aliran udaran buatan. Penghawaan bangunan menurut Satwiko (2009) dapat berupa :

1. Penghawaan alami (tidak melibatkan mesin)
2. Penghawaan buatan (melibatkan mesin pengkondisi udara yang akan menurunkan suhu dan kelembaban)
3. Penghawaan semi-buatan (ventilasi alami yang dibantu oleh kipas angin untuk menggerakkan udara tetapi tidak melibatkan alat penurun suhu udara ruang)

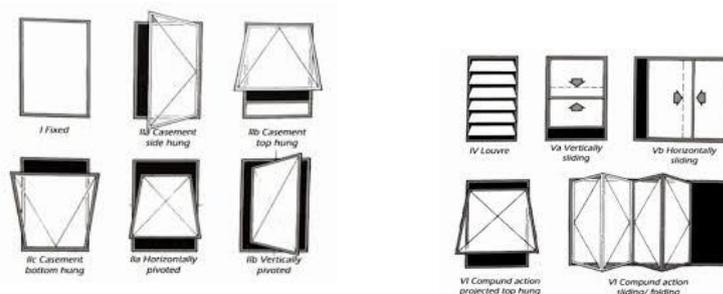
Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 829/Menkes/SK/VII/1999, ketentuan persyaratan kualitas udara untuk kesehatan rumah tinggal adalah sebagai berikut :

1. Suhu udara nyaman, antara 18 – 30 oC
2. Kelembaban udara, antara 40 – 70 % - Gas SO<sub>2</sub> kurang dari 0,10 ppm per 24 jam
3. Pertukaran udara 5 kali 3 per menit untuk setiap penghuni
4. Gas CO kurang dari 100 ppm per 8 jam
5. Gas formaldehid kurang dari 120 mg per meter kubik.

Berdasarkan standar yang telah ditetapkan SNI Departemen Umum, sebuah ruang pada rumah tinggal harus memiliki ventilasi tidak kurang dari 5% dari luas lantai ruangan dan jendela 10% dari luas lantai ruangan. Bukaannya sangat berpengaruh terhadap upaya pemanfaatan angin dalam pengkondisian ruangan. Ukuran bukaan dapat disesuaikan dengan kebutuhan aliran angin. Kecepatan angin yang memasuki ruangan dipengaruhi oleh perbandingan luas inlet dan outlet. Ketika inlet lebih besar dari pada outlet, maka kecepatan udara di dalam ruangan akan lebih rendah dari pada di luar. Ketika inlet lebih kecil dari outlet, maka kecepatan udara di dalam ruangan akan lebih tinggi dari pada di luar.

Tipe bukaan bukaan jendela seperti pada gambar 2.1

Gambar 2.1 : Tipe Bukaan



Sumber: Beckett et al., 1974

Gerak udara atau angin merupakan potensi untuk mencapai kenyamanan termal, maka dari itu dibutuhkan tipe inlet sebagai berikut:

1. tipe inlet harus dapat mengarahkan gerak udara dalam ruang semaksimal mungkin
2. tipe inlet harus optimal dalam mendukung laju udara (air flow) dan pergantian udara dalam ruang
3. tipe inlet harus fleksibel untuk dibuka tutup sesuai kebutuhan

Pengaruh bukaan sangatlah berpengaruh terhadap upaya pemanfaatan angin dalam pengkondisian ruangan. Pengaruh pada inlet akan menentukan arah gerak dan pola udara dalam ruang, sehingga perbedaan bentuk pengaruh akan memberikan

pola aliran udara yang berbedabeda. Pada bukaan jendela, bagian dari inlet yang difungsikan untuk pengarah adalah daun jendela dan kisi-kisi

Menurut Mangunwijaya (1981), faktor cahaya siang hari menunjuk pada prosentase dari jumlah terang siang hari yang jatuh pada suatu titik pada bidang di dalam suatu ruangan. Faktor ini menyebutkan perbandingan antara kekuatan terang pada titik tersebut (di dalam ruangan) dengan kekuatan terang yang pada saat itu menerangi lapangan terbuka. Cahaya siang hari terdiri dari banyak macam unsur antara lain :

1. Unsur penerangan yang datang langsung dari langit, termasuk pantulan-pantulan awan-awan
2. Unsur refleksi luar yaitu pemantulan cahaya dari benda-benda yang berdiri di luar rumah kita dan masuk melalui jendela ke dalam ruangan
3. Unsur refleksi dalam, yaitu cahaya yang dipantulkan oleh benda-benda yang terletak rendah (tanah, halaman, rumput, ubin-ubin jalan ke pintu dan sebagainya). Cahaya pantulan itu masuk melalui jendela dan lubang-lubang lain serta menerangi bidang kerja dari ruangan
4. Unsur bahan jendela seperti misalnya kaca macam apa, bersih, kotor dan sebagainya.

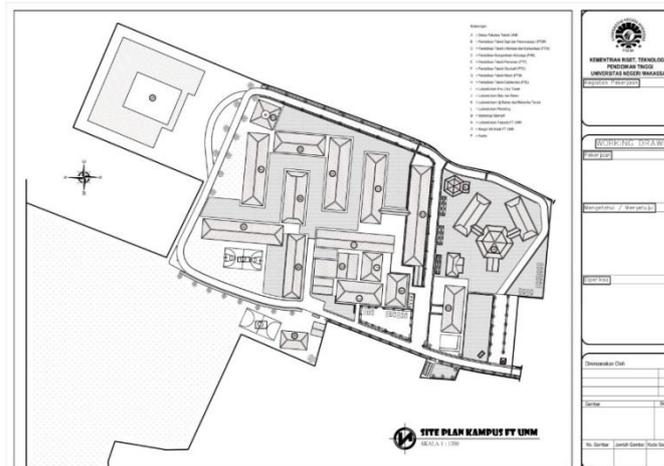
Untuk memasukkan cahaya matahari ke dalam ruang agar kondisi dalam ruang cukup terang namun tidak terlalu panas, minimum luas jendela adalah 25% dari luas lantai (Amiruddin, 1974). Pencahayaan matahari adalah proses lengkap dalam mendesain bangunan untuk memanfaatkan cahaya alami secara maksimal. Hal ini meliputi aktifitas berikut (Karlen & Benya, 2007 dalam Dharmawan & Rofi'i, 2013) :

1. Penempatan bangunan yaitu mengorientasikan bangunan untuk memperoleh cahaya matahari secara optimal.
2. Pembentukan massa bangunan yaitu menampilkan permukaan bangunan yang secara optimum menghadap ke arah matahari.
3. Memilih bukaan bangunan yang memungkinkan jumlah cahaya yang cukup masuk ke dalam bangunan dengan memperhitungkan siklus matahari musism dan cuaca.
4. Melindungi fasade dan bukaan bangunan dari radiasi matahari yang tidak diinginkan
5. Menambahkan peralatan pelindung yang tepat dan dapat diatur seerti kerai atau tirai untuk memungkinkan penghuni bangunan untuk mengontrol cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan.
6. Mendesain kontrol pencahayaan lampu listrik yang memungkinkan penghematan energi dengan memanfaatkan cahaya matahari pada siang hari.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Universitas negeri Makassar (UNM) adalah perguruan tinggi negeri di Makassar. Universitas Negeri Makassar memiliki 4 kampus. Kampus pertama di Jalan AP Pettarani, Kampus kedua di Parang Tambung, kampus ketiga di Banta-Bantaeng dan Kampus keempat berada di Tidung.



Gambar 4.15 : Block Plan  
 Sumber: FT UNM

Bangunan di fakultas Teknik merupakan bangunan kantor, kelas dan lab/studio gambar. Umumnya bangunan kantor, ruang kelas dan studio gambar menggunakan penghawaan buatan. Dikarenakan umumnya jendela menggunakan material kaca dan bukaan jendela yang sangat sedikit sehingga sirkulasi udara masuk kedalam ruangan tidak maksimal.

Kajian yang dilakukan pada Gedung Teknik Sipil dan perencanaan akan menghasilkan suatu desain jendela dan sunscreen untuk satu Fakultas nantinya yaitu Fakultas Teknik

### Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan

Bangunan berbentuk persegi panjang dengan luas bangunan 36 x 12 m terdiri atas 2 lantai. Orientasi bangunan menghadap selatan. Bukaan menghadap selatan dan utara dengan tiga jenis bukaan. Bukaan juga terdapat di sisi timur dan barat bangunan.

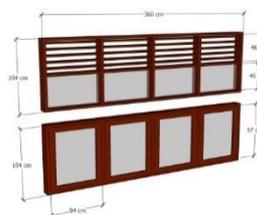


Gambar 4.15 : Pendidikan Teknik sipil  
 Photograph : Muh. Idhil Maming 2020



Gambar 4.16 : Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan  
 Sketch: Andi Abidah, Muh. Idhil Maming, 2020

Posisi bukaan jendela pendidikan Teknik sipil berada pada sisi selatan dan utara bangunan pada lantai satu dan lantai dua bangunan. Jenis bukaan jendela merupakan jendela jungkit dengan ventilasi kisi-kisi dan kaca mati



Gambar model jendela di Pendidikan Teknik sipil dan perencanaan.  
 sketch: Andi Abidah, Muh. Idhil Maming 2020

**Data Suhu**

Data suhu yang diambil sampelnya adalah jurusan Pendidikan teknik sipil dan perencanaan, dimana bangunan ini bukaannya berada pada bagian utara dan selatan. Dimana sinar matahari tidak langsung masuk kedalam ruangan. Dari hasil data pengambilan suhu sebagai mana yang tertera pada table 4.11.

Tabel 4.11 : Tabel data suhu

No. Hari / Tanggal	Suhu(°C / Kelembaban (%))		
	Pagi	Siang	Sore
1 Senin / 14-9-2020	30.5 °C / 50 %	30.3 °C / 50 %	30.8 °C / 48 %
2 Selasa / 15-9-2020	29.7 °C / 47 %	30.2 °C / 47 %	30.5 °C / 45 %
3 Rabu / 16-9-2020	29.0 °C / 52 %	32.0 °C / 45 %	31.9 °C / 48 %
4 Kamis / 17-9-2020	30.1 °C / 49 %	30.5 °C / 50 %	31.2 °C / 49 %

5	Jumat / 18-9-2020	29.5 °C / 50 %	30.6 °C / 47 %	30.8 °C / 46 %
6	Senin / 22-9-2020	30.1 °C / 68 %	30.4 °C / 65 %	30.7 °C / 66 %
7	Selasa / 23-9-2020	29.9 °C / 73 %	30.3 °C / 70 %	30.8 °C / 72 %

Sumber : Data Penelitian, 2020

### **Pembahasan**

Jendela adalah bagian dari elemen atau unsur bangunan yang dapat memasukkan cahaya alami dan sirkulasi udara dari dalam dan luar bangunan. Dalam penelitian ini akan memberikan gambaran dan model desain bukaan jendela untuk memenuhi kebutuhan termal guna menciptakan bangunan yang sehat.

Beberapa bangunan dalam fakultas teknik UNM berorientasi kearah timur dan barat. Hal ini menyebabkan bangunan menerima panas dari sinar matahari langsung. Untuk mengatasi hal tersebut, maka penggunaan sunscreen perlu dilakukan. Tujuan lain dari sunscreen adalah sebagai fasad dan memastikan jika cahaya matahari dan udara tetap bisa masuk ke setiap sudut ruangan bangunan. Oleh karena itu juga dibutuhkan rekomendasi model dan desain sunscreen yang mampu melindungi tanpa menghalangi.

### **Jendela**

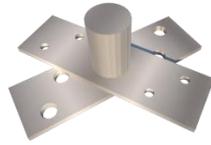
Jendela pada bangunan di fakultas teknik rata-rata menggunakan jendela jungkit. Bentuk jendela dengan cara jungkit di bagian bawah lebih menghemat ruang, namun udara yang masuk sangat sedikit. Hal ini disebabkan pergerakan udara harus terhalang lebih dahulu oleh daun jendela baru kemudian dibelokkan ke atas.

Teori arsitektur menyebutkan bahwa luas bukaan untuk keperluan sirkulasi udara pada sebuah bangunan sebaiknya berkisar antara 40-80% dari luas dinding secara keseluruhan. Selain itu ada juga yang menyebutkan bahwa luas bukaan sebaiknya sebesar 10-20 % dari luas lantai. Hal ini tentu dapat disesuaikan terkait dengan susunan ruang, besar ruang, fungsi ruang dan jumlah orang yang menggunakan ruang , apakah ruang tersebut digunakan untuk banyak orang atau tidak.

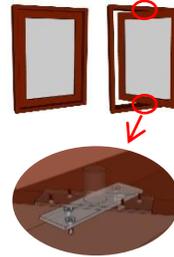
Jendela yang diusulkan adalah jenis jendela pivot. Yaitu jenis jendela yang menggunakan engsel pivot (engsel tengah) yang diletakkan ditengah-tengah kusen. Sehingga daun jendela melekat di bagian tengah.

Sistem bukaan jendela ini cenderung mengalirkan udara dari atas dan bawah, serta cukup baik dalam menghasilkan pergerakan udara. Dengan menggunakan jendela pivot dapat diubah-ubah posisinya, aliran udara dapat diarahkan seperti yang dikehendaki dan mampu menjadi penahan angin, sehingga kecepatan angin dapat berkurang. Daun jendela tidak dapat terbuka lebar dan memiliki berat yang

menumpu pada engsel. Jendela hanya bisa dibuka hingga 45 derajat. Kelemahan dari jendela ini tidak bisa diberi teralis pengaman.



Gambar 4.19 : Engsel pivot  
 Schetch : Andi Abidah, Muh. Idhil Maming 2020

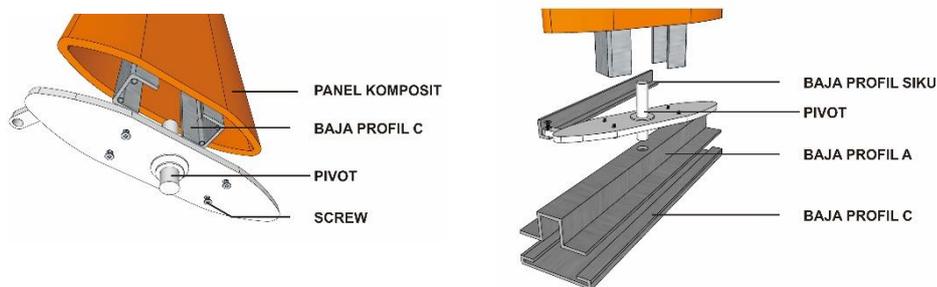


Gambar 4.20 : Detail jendela pivot  
 Sketch : Andi Abidah, Muh. Idhil Maming

### Sunscreen dan tampilan facade

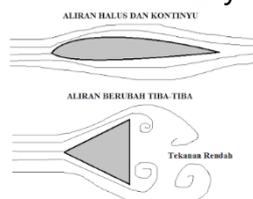
Penggunaan sunscreen di bangunan fakultas teknik UNM perlu dilakukan, hal ini dikarenakan bangunan-bangunan di fakultas teknik UNM memiliki banyak bukaan dengan jenis bukaan jendela yang lebar sehingga sinar matahari langsung masuk ke bangunan dan dapat mengganggu proses kegiatan didalam ruang. Dengan adanya sunscreen, sinar matahari yang akan masuk kedalam ruangan melalui jendela akan terhalang oleh partisi-partisi yang ada, sehingga hanya sebagian sinar matahari saja yang masuk kedalam ruangan.

Jenis sunscreen yang diusulkan adalah sunscreen bermaterial panel komposit untuk eksterior dan berangka baja ringan. Menggunakan pivot sehingga partisi dapat diatur kemiringannya.



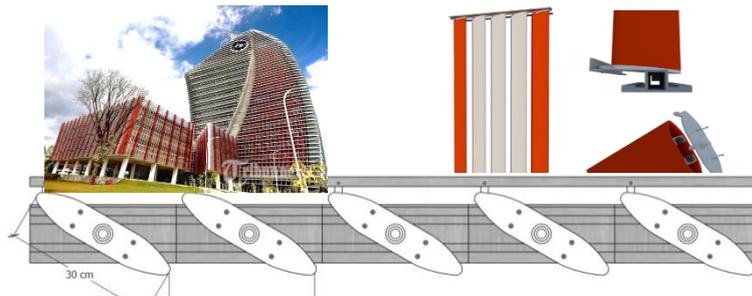
Gambar 4.21 : Detail sunscreen  
 Sumber : Penulis, 2020

Bentuk sudut partisi sunscreen didesain melengkung karena aliran udara (angina) yang datang dipengaruhi oleh bentuk benda. Dengan bentuk memanjang dan sudut yang lengkung membuat aliranhalus dan kontinyu.



Gambar 4.22 : Pengaruh bentuk terhadap aliran angin  
 Sumber : Caesar Wiratama, 2016

Sunscreen berukuran 30 cm dengan kemiringan bukaan 35 derajat dan jarak partisi 30 cm. Penggunaan warna sunscreen dengan warna oranye dan putih guna menciptakan kesatuan (unity) antara bangunan Teknik UNM dengan menara pinisi UNM, sehingga terjadi keserasian dan keseragaman tema. Selain itu adanya perbedaan warna adalah untuk menciptakan irama (rhythm), yaitu menciptakan visual irama dengan system pengulangan unsur visual yang dapat dikenal dan diingat dengan mudah, dalam hal ini adalah warna dan bentuk yang menyerupai fasad menara pinisi UNM. Sebagaimana unity dan rhythm adalah prinsip desain dalam arsitektur.



Gambar 4.23 : Warna dan ukuran saunscreen  
 Sumber : hasil

Pemasangan sunscreen pada bangunan lantai dua dapat mengurangi panasnya sinar matahari dan angin dapat masuk kedalam ruangan. Penggunaan sunscreen dapat mengurangi penggunaan AC dan lebih banyak menggunakan penghawaan buatan sehingga udara di dalam ruangan tetap kering.

## **KESIMPULAN**

Bangunan gedung pendidikan khususnya ruang kelas, dan bangunan pelayanan umum lainnya harus mempunyai bukaan permanen, kisi-kisi pada pintu dan jendela dan atau bukaan permanen yang dapat dibuka. Dikarenan, sebuah ruang yang difungsikan oleh banyak orang membutuhkan bukaan yang mampu menerima aliran udara agar terjadi pergerakan udara didalam ruang. Selain itu, diperlukan juga kenyamanan dalam proses belajar mengajar dan bekerja.

Jendela yang diusulkan adalah jenis jendela pivot. Sistem bukaan jendela ini cenderung mengalirkan udara dari atas dan bawah, serta cukup baik dalam menghasilkan pergerakan udara. Dengan menggunakan jendela pivot dapat diubah-ubah posisinya, aliran udara dapat diarahkan seperti yang dikehendaki dan mampu menjadi penahan angin, sehingga kecepatan angin dapat berkurang. Karena jendela pada Fakultas Teknik UNM berukuran lebar dan cenderung memenuhi bidang pada dinding, maka dibutuhkan sunscreen untuk melindungi bangunan dari menerima cahaya matahari langsung. Namun juga memastikan jika cahaya matahari dan udara tetap bisa masuk ke setiap sudut ruangan bangunan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

*Aditama, Tjandra Yoga. 1992. Rokok dan Kesehatan. Edisi ketiga. UI. Press. Jakarta.*

- Agus Budi Purnomo, (2003). Pengaruh Bayangan Bangunan dan Vegetasi pada Suhu Udara di Kampus A, Universitas Trisakti. *Dimensi Teknik Arsitektur* Vol. 31, No. 2.
- American Society of Heating *Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.*, Atlanta, *ASHRAE*. 1989.
- Anonim (2016). Manual Desain Bangunan Sehat. Program Studi Arsitektur SAPPK ITB *APHA (American Public Health Association)*. *Healthy Housing Standard*, 2014
- Arifah, AB, 2017. Pengaruh Bukaian Terhadap Kenyamanan Termal Pada Ruang Hunian Rumah Susun Aparna Surabaya. Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
- Beckett, HE., Godfrey, JA. (1974). *Windows: Performance, Design, and Installation*. New York: Van Nostrand Reinhold Co
- De Dear & Brager, (2002), *Thermal Comfort in Naturally Ventilated Buildings: Revisions to ASHRAE Standard 55*, *Jurnal : Energy and Buildings* 34, *Elsevier Science*, [www.elsevier.com/locate/enbuild](http://www.elsevier.com/locate/enbuild).
- J. Mukono (2000). Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. Surabaya : Airlangga University Press
- Karyono, Tri Harso (2013). Arsitektur dan Kota Tropis Dunia Ketiga: Suatu Bahasan tentang Indonesia. Jakarta : Rajawaliipers
- Lechner*, Norbert (2007) *Heating, Cooling, Lighting. Sustainable Methods For Architects*, PT.Rajagrafindo Persada, Jakarta
- Lili Kusumawati Machdija, Erni Setyowati, and Agus Budi Purnomo, (2019). Anticipation of Solar radiation through the building C envelope of campus a Universitas Trisakti. *AIP Conference Proceedings* 2114, 040009 <https://doi.org/10.1063/1.5112438>.
- Lippsmeier, G. *Tropenbau Building in the Tropics*, *Bangunan Tropis* (terj.) Erlangga, Jakarta, 1997
- MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA. PERSYARATAN KESEHATAN PERUMAHAN (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 829/MENKES/VII/1999)
- Sanropie*, Djasio (1992) *Pedoman Bidang Studi Perencanaan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Jakarta*: Pusdiknakes
- Satwiko, Prasasto (2009). Pengertian kenyamanan dalam suatu bangunan. Yogyakarta, Wignjosoebroto
- SNI 03-2396-2001 : Tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung
- Thojib, Jusuf* (2013). *Kenyamanan Visual Melalui Pencahayaan Alami Pada Kantor (Studi Kasus Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang)*. Jurusan Arsitektur/Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
- Vippy Dharmawan, Zuraida, Rofi'l, (2013). Penempatan Posisi Jendela Pada Rss Dan Rs Terhadap Sistem Pencahayaan Alami. Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya