

**PERPUSTAKAAN UMUM MALANG DENGAN KOMBINASI  
TAMAN VERTIKAL DAN VENTILASI UNTUK PERANCANGAN  
RUANG BACA**

**ARTIKEL ILMIAH**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**MARISA SUGANGGA  
NIM. 105060501111019**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN ARSITEKTUR  
2014**

# Perpustakaan Umum Malang Dengan Kombinasi Taman Vertikal dan Ventilasi Untuk Perancangan Ruang Baca

Marisa Sugangga<sup>1</sup>, Beta Suryokusumo<sup>2</sup>, Indyah Martiningrum<sup>3</sup>

*<sup>1,2,3</sup>Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya  
Jalan M.T Haryono no.167 Malang 65145, Indonesia  
Email: marisasugangga@gmail.com*

## ABSTRAK

Kualitas udara dalam ruang merupakan sebuah interaksi yang dapat berubah baik secara konstan mau pun tidak yang diakibatkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi baik dari lingkungan luar mau pun lingkungan dalam. Salah satu ruangan yang berpotensi tinggi untuk mengalami masalah polusi udara dalam ruang adalah ruang perpustakaan. Hal ini disebabkan oleh kondisi lingkungan eksternal seperti debu yang terbawa angin dan kondisi internal yaitu bakteri yang terbawa pada buku-buku lama yang dihirup oleh pelaku aktifitas perpustakaan. Dari faktor eksternal, salah satu penyebabnya ialah debu, tanah, dan polutan yang terbawa di udara masuk ke dalam ruang perpustakaan. Pengoperasian sistem ventilasi bangunan berperan penting dalam membawa udara masuk ke dalam ruangan. Salah satu strategi yang telah disebutkan ialah penggunaan filter. Filter pada ventilasi berfungsi sebagai penyerap polusi yang terbawa angin luar masuk ke ruang dalam. Terdapat beberapa cara untuk filtrasi pada bangunan salah satunya adalah taman vertikal. Diharapkan penggunaan kombinasi taman vertikal dan ventilasi dapat menjadi sumber penghawaan alami yang tetap memperhatikan kualitas udara dalam pada perpustakaan agar masalah buruknya kualitas udara ruang dalam pada perpustakaan dapat direduksi.

Kata kunci: ventilasi, taman vertikal, penghawaan alami

## ABSTRACT

The air quality on the room interaction can be change healthy constantly or not, its causes by some of factor there is influence by external and internal environment. The one that have a high potential room through air pollution problem is the library room. It's causes by the condition of external environment such as dust which is brought by the wind and internal condition such as bacterial, its brought by old books inhaled by the person who have library activity. From the external factor, its causes dust, soil, and pollutan brought by the air go in to library room. The system operating ventilation building having an importance aspects to brought the healthy air enter to the room. One of the strategy have mentioned is filter usage. Filter for ventilation has function to be an absorbing pollution which brought by the wind through the rooms. That could several ways to filtration the building that is vertical garden. Expected using combination between air quality on library and the ventilations could be the natural weather source, it can be constantly observe air quality on the library and the worst problems can be reduction.

Keywords: ventilation, vertical garden, natural ventilation

## 1. Pendahuluan

Dalam jurnal Makara Kesehatan Vol 12, No. 2 oleh Fitria et al (2008) disebutkan bahwa salah satu ruangan yang berpotensi tinggi untuk mengalami masalah polusi udara dalam ruang adalah ruang perpustakaan. Pengoperasian sistem ventilasi bangunan berperan penting dalam membawa udara masuk ke dalam ruangan. Kurangnya perhatian terhadap perancangan ventilasi merupakan penyebab utama dalam keluhan tentang kualitas udara dalam ruang. Beberapa permasalahan pada ventilasi perpustakaan ialah pengadaan ventilasi tanpa filter. Pada hasil penelitian ini disimpulkan bahwa perbaikan sistem ventilasi dengan penambahan filter dapat mengurangi debu baik dari ruang luar maupun dari ruang dalam.

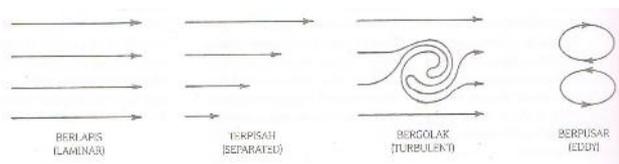
Taman vertikal merupakan salah satu filter yang dapat digunakan untuk mereduksi polusi. Taman vertikal merupakan salah satu jenis filter olahan yang dapat mereduksi polusi masuk ke dalam bangunan hingga 42%. Salah satu ruangan pada perpustakaan yang dapat menggunakan strategi penghawaan alami dengan ventilasi berfilter ialah ruang baca. Ruang baca merupakan ruang dominan kedua pada perpustakaan yang memiliki jenis aktivitas utama pada bangunan perpustakaan. Polusi dari buku-buku yang terhirup atau dibawa oleh pengunjung untuk dibaca dan dipinjam dapat terhirup dan mengurangi kualitas udara ruang baca, hal ini dapat diantisipasi dengan pertukaran udara yang baik dan filter olahan untuk memberikan udara yang baik masuk dan menggantikan udara dalam ruang baca perpustakaan.

## 2. Pustaka dan Metode

### 2.1 Penghawaan Alami

Menurut Lechner (2007), terdapat beberapa energi terbarukan salah satunya ialah angin. Aliran udara memiliki beberapa prinsip agar dalam proses perancangannya dapat menghasilkan rancangan teknik ventilasi yang baik pada musim panas maupun musim dingin.

- Udara akan mengalir karena ada arus konveksi yang natural yang disebabkan oleh perbedaan suhu atau karena perbedaan di tekanannya.
- Terdapat empat tipe aliran udara yaitu arus berlapis (*laminar*), terpisah (*separate*), bergolak (*turbulent*) dan berpusar (*eddy*) (gambar 1).



Gambar 1. (a) berlapis (b) *separate* (c) bergolak (d) berpusar  
(Sumber: Lechner, 2007)

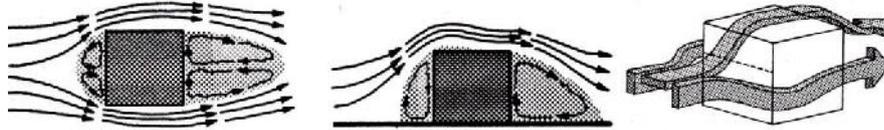
- Kelambanan (*inertia*) terjadi karena udara memiliki beberapa massa, pergerakan udara cenderung berada di jalur lurus. Ketika udara berubah arah alirannya, hal ini disebabkan oleh arus udara yang mengikuti bentuk kurvanya.
- Pada tapak bangunan, udara yang mendekati suatu bangunan harus setara dengan udara yang keluar karena itu garis-garis yang mewakili arus udara

harus digambar secara terus menerus hal ini terjadi karena udara tidak dapat diciptakan maupun dirusak

- Pada saat angin menabrak bagian dari mana arah angin bertiup dari suatu bangunan, udara akan padat dan menciptakan tekanan positif. Pada saat yang bersamaan, udara akan terhisap dari sisi yang terhindar dari angin dan menciptakan tekanan (-). Tipe tekanan yang tercipta di bagian atas atap akan bergantung pada faktor landainya atap itu sendiri.

## 2.2 Bentuk Bangunan Terhadap Aliran Udara

Dalam perencanaan bangunan yang menggunakan pendekatan penghawaan alami, tata massa dan bentuk bangunan juga perlu diperhatikan agar angin yang masuk ke dalam ruangan dapat diterima secara maksimal. Pada dasarnya tentu keberadaan sebuah massa dalam sebuah aliran udara akan menimbulkan perbedaan tekanan yang mengakibatkan aliran angin pecah dan mengelilingi massa tersebut.



Gambar 2. Pergerakan Aliran Angin terhadap Sebuah Massa  
(Sumber: Boutet, 1987)

Menurut Yeang (1994) dalam *Bioclimatic Skyscraper* bangunan yang tidak memiliki bentuk patahan atau bersiku dapat mengalirkan angin secara menyeluruh pada seluruh bangunan dan ruangan. Beberapa bentuk geometri yang tidak memiliki patahan ialah bentuk elips dan lingkaran.

## 2.3 Tata Lanskap di Sekitar Bangunan

Unsur tata lanskap meliputi peletakan vegetasi juga sangat mempengaruhi pergerakan udara. Vegetasi memiliki kemampuan untuk memecah, menghalangi, dan mengarahkan angin terdapat bangunan. Letak vegetasi, massa bangunan, bukaan, hingga elemen-elemen eksterior arsitektural seperti *sculpture* sampai hidran dapat mempengaruhi pergerakan udara.

## 2.4 Ventilasi sebagai Bukaannya

Bukaan merupakan salah satu hal yang mempengaruhi pergerakan angin. Bukaan yang menyediakan ruang untuk terjadinya pertukaran udara yang disebut dengan ventilasi. Pada selubung bangunan, terdapat beberapa elemen yang dapat menjadi ventilasi misalnya atap, jendela, dinding yang tidak masif, bahkan lantai sekalipun. Dalam merancang bukaan, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu letak *inlet-outlet* dan bagaimana orientasinya terhadap arah angin, baik secara vertikal maupun horizontal.

### 2.4.1 Persyaratan pengadaan ventilasi alami

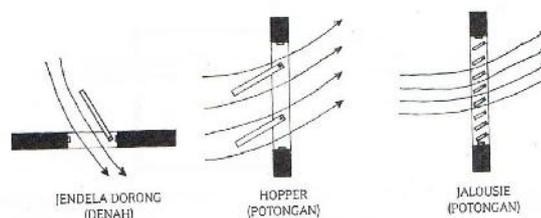
Ventilasi dari suatu ruangan dapat berasal dari jendela, bukaan, ventilasi di pintu ataupun sarana lain yang dapat dibuka dari ruangan yang bersebelahan (termasuk teras yang tertutup), jika kedua ruangan tersebut berada dalam satu bangunan/hunian yang sama ataupun teras yang tertutup milik umum.

Terdapat beberapa syarat pengadaan ventilasi alami pada suatu bangunan, yaitu:

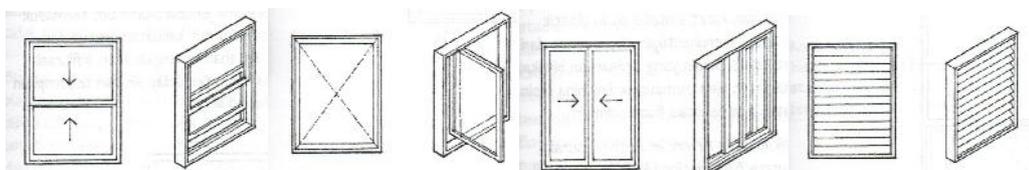
1. Ruang yang di-ventilasi bukanlah sebuah ruang/fungsi sebuah sanitasi
2. Jendela, pintu, atau sarana lain yang dapat dibuka besaran luasan ventilasinya tidak lebih dari 5% terhadap luas lantai dari sebuah ruang yang akan di-ventilasi
3. Ruang yang saling bersebelahan memiliki jendela, pintu, atau sarana lain yang dapat dibuka besaran luasan ventilasi nya tidak lebih dari 5% terhadap jumlah luas lantai dari kedua ruang yang bersebelahan tersebut.

### 2.4.2 Jenis-jenis ventilasi alami

Rancangan jendela memiliki pengaruh besar baik tentang kuantitas maupun arah aliran udara yang masuk kedalam ruang. Jendela dengan tipe gantung atau digeser tidak akan mengubah arah arus-udara. Sebaliknya jendela yang dibuka dan diberi engsel akan membuat seluruh aliran udara masuk dan dapat mengubah arus angin. Untuk pembelokan arus udara, dapat digunakan jendela bertipe *hopper*, *awning*, atau *jalousie* (susunan krepyak). Ketiga tipe tersebut dapat menangkis air hujan sekaligus menerima udara masuk.



Gambar 4. Jendela Dorong, Jendela Hopper, dan Jalousie  
(Sumber: Lechner, 2007)



Gambar 5. Jendela Gantung, Jendela Dorong, Jendela Geser, Jalousie  
(Sumber: Ching, 2001)

## 2.4. Kandungan Polusi Udara

### 2.4.1 Polusi dari faktor eksternal

Menurut Ratnani (2008), terdapat dua sumber pencemaran udara. Sumber pencemaran udara ini dapat berupa kegiatan yang bersifat alami atau pun tidak alami. Contoh dari sumber alami ialah letusan gunung berapi, kebakaran hutan, dekomposisi biotik, debu, spora, tumbuhan dan lain sebagainya. Sedangkan pencemaran akibat kegiatan manusia secara kuantitatif menjadi sumber pencemar paling besar contohnya adalah aktivitas transportasi, industri, persampahan baik akibat proses dekomposisi atau pun pembakaran dan rumah tangga Menurut Mediastika (2002), keberadaan partikel halus di udara sering diabaikan. Keberadaan partikel diabaikan karena halusnya partikel berukuran  $\leq 10 \mu\text{m}$  ini melayang di udara dan selanjutnya terhidup oleh organ-organ pernafasan bagian dalam dan akhirnya mengendap di permukaan paru-paru. Partikel yang berukuran 1-10 mikron ialah tanah, debu, dan produk-produk pembakaran industri lokal. Partikel yang mempunyai diameter antara 0,1-1 mikron berasal dari sumber-sumber pembakaran.

### 2.4.2 Polusi dari faktor internal

Sobari (2004) menyatakan bahwa ruang-ruang pada perpustakaan memiliki sumber polusi internal yang berasal dari debu-debu yang menempel pada buku koleksi perpustakaan. Bahaya yang ditimbulkan ialah partikel debu yang terhirup dan masuk ke dalam paru-paru. Partikel-partikel debu halus ( $< 10$  mikron) yang berada pada permukaan debu ini dapat tersebar ketika buku tersebut dibawa ke lingkungan udara yang lebih luas. Hal ini biasa terjadi di perpustakaan-perpustakaan umum.

## 2.5 Vegetasi

### 2.5.1 Vegetasi pengikat senyawa

Mediastika (2002) menjelaskan bahwa partikel berukuran  $>4$  mikron masih dapat mengendap lebih cepat dibandingkan partikel berukuran  $<4$  mikron (Lu dan Howart 1996 dalam Mediastika 2002). Partikel halus dapat diendapkan lebih cepat dan lebih banyak bila di sekitar sumber pencemaran disediakan bidang-bidang permukaan untuk pengendapan partikel ini. Syarat ini dapat dipenuhi oleh tumbuhan berdaun lebat yang memiliki permukaan daun tidak licin/tidak berbulu. Tumbuh-tumbuhan yang memiliki daun lebat dan serta tumpang tindih akan membentuk suatu bidang pengendapan. Bila sumber pencemaran partikel halus terletak pada ketinggian 0-1m (polusi berasal dari kendaraan), maka tanaman tersebut akan berdaun lebat mulai ketinggian 0-1,5m di atas permukaan tanah. Jarak pasang tanaman dari bangunan atau sumber bukaan yang telah diuji coba berjarak 1,3 m – 1,5 m. Sedangkan menurut Mediastika (2002), terbukti bahwa melalui permukaan daunnya mampu menyaring partikel halus dengan cara mengendapkannya. Tanaman *Durandea repens* dan *Stephanotis floribunda* mampu mengurangi partikel halus. Dari penelitian ini disebutkan bahwa tanaman yang memiliki bulu-bulu halus pada permukaannya memiliki kemampuan lebih baik dalam mengendapkan partikel halus.

## 2.5.2 Taman vertikal sebagai kombinasi ventilasi

Kombinasi ventilasi merupakan sebuah bukaan yang ditambahkan dengan keberadaan taman vertikal yang mampu mereduksi polutan yang akan masuk ke dalam ruangan untuk menjaga kualitas udara dalam ruang.

Untuk *windows vertical garden* memiliki perbedaan dalam hal jarak tanaman serta tata cara pemasangannya. *Windows vertical garden* tetap memperhatikan manfaat dari ventilasi sebagai pertukaran udara keluar dan masuk. Untuk mengurangi kadar polusi yang masuk oleh angin, maka tanaman yang digunakan ialah tanaman rambat di mana kerapatan antar tanamannya akan diatur melalui jarak pemasangan rangka untuk taman vertikal itu sendiri. Tanaman rambat yang terdapat di Indonesia memiliki banyak ragam. Selain sebagai unsur estetika, tanaman rambat ini juga dapat berfungsi sebagai pendingin bagi dinding dan juga pemfilter udara masuk ke dalam ruangan. Berikut ialah tanaman rambat yang dapat digunakan untuk bangunan berskala sedang. Tanaman rambat yang dipilih merupakan tanaman rambat dengan lebar daun minimal 5cm<sup>2</sup> dan memiliki kemampuan mengikat senyawa untuk mengendapkan polusi.

## 2.6 Tinjauan Perpustakaan

Dalam upaya pemenuhan kenyamanan pengguna terdapat beberapa aspek yang harus diperhatikan salah satunya adalah penghawaan. Menurut Atmodiwirjo (2009) disebutkan bahwa penataan ruang perpustakaan harus dapat memungkinkan kondisi pengudaraan yang baik sehingga kenyamanan pengguna dapat tercapai. Hal ini sangat penting mengingat kondisi udara di Indonesia memiliki iklim tropis lembab. Terdapat beberapa prinsip yang dapat diupayakan untuk mencapai kondisi pengudaraan yang baik di perpustakaan.

- Pada kondisi ideal, ruang perpustakaan memiliki suhu ruang 20-24°C dan kelembaban berkisar 40-60%, tetapi kondisi ini sangat sulit dicapai pada iklim tropis di Indonesia bila hanya mengandalkan penghawaan alami. Penghawaan buatan dapat dilakukan untuk mencapai kenyamanan pengguna.
- Pengudaraan alami dapat dicapai melalui ventilasi alami yang memadai. Penggunaan *cross ventilation* juga dianjurkan untuk ruang perpustakaan. Lubang ventilasi juga sebaiknya ditempatkan di bagian atas, sehingga memungkinkan udara dengan suhu lebih dingin cenderung turun ke bawah.
- Pengudaraan buatan dapat diterapkan melalui kipas angin atau *exhaust fan* sehingga dapat membantu pertukaran udara di dalam ruangan. AC juga dapat digunakan untuk mencapai suhu ruangan yang diinginkan.
- Kondisi pengudaraan yang baik.

Pada fokus perancangan perpustakaan berdasarkan penghawaan alami, terdapat analisis mengenai ruang-ruang mana saja yang dapat menggunakan penghawaan alami dan ruangan mana yang diharuskan menggunakan alat bantu mekanis.

## 2.7 Metode Perancangan

Perancangan ini bertujuan untuk merancang sebuah perpustakaan tanggap iklim dengan pendekatan penghawaan alami yang memanfaatkan angin di sekitar tapak sebagai energi terbarukan sebagai sumber penghawaan alami dengan menggunakan kriteria yang sudah ditetapkan. Proses desain ini diawali dengan studi mengenai pergerakan angin di sekitar tapak yaitu kawasan Kedungkandang, Malang Tenggara. Selain desain, studi ini juga bertujuan untuk menentukan kriteria desain yang nantinya

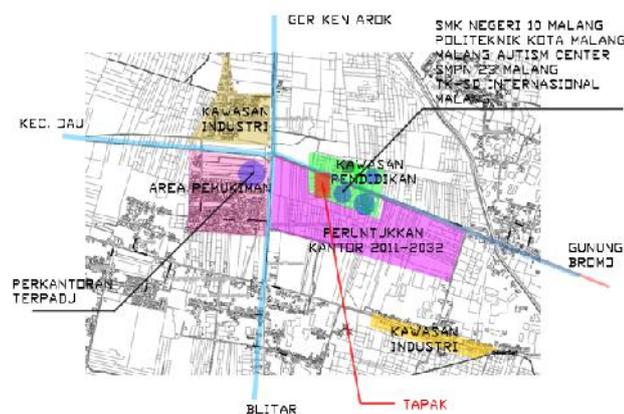
dapat digunakan dalam merancang perpustakaan yang tanggap iklim. Secara umum metode yang akan digunakan dalam proses perancangan ini adalah desain yang berlandaskan penelitian. Pada studi ini diharapkan muncul sebuah rekomendasi desain yang tanggap angin di sekitar bangunan. Model taman vertikal, tata letak kombinasi dan jenis ventilasi akan difokuskan kepada fungsi ruang sebagai ruang baca pada perpustakaan karena fungsi dan kebutuhan ventilasi satu ruang dan ruangan yang lain akan berbeda. Tahap analisis terbagi atas empat bagian dengan menggunakan pendekatan penghawaan alami.

1. Skala kawasan. Dalam analisis ini diharapkan akan mendapatkan hasil mengenai jarak bangunan sekitar (berskala kawasan). Vegetasi di sekitar bangunan yang akan digunakan untuk memaksimalkan gerakan angin dan proses reduksi polusi.
2. Skala bangunan. Mengetahui bentuk bangunan yang dapat menangkap angin secara maksimal serta mengetahui posisi letak ruang baca serta bukaan.
3. Skala bukaan. Pada skala ini akan dilakukan analisis mengenai jenis bukaan yang mampu menangkap dan membelokkan angin ke dalam bangunan.
4. Skala detail merupakan rekomendasi desain kombinasi taman vertikal dan ventilasi yang mampu mereduksi polusi untuk menjaga kualitas udara ruang baca.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Perpustakaan merupakan sarana yang mendukung program pendidikan serta dapat mendorong minat baca masyarakat pada umumnya. Seiring berjalannya waktu, perpustakaan tidak hanya menampung aktivitas membaca dan menyimpan koleksi saja melainkan untuk menarik minat masyarakat. Untuk menarik pengunjung pergi ke perpustakaan maka dibuatlah sarana penunjang seperti ruang serbaguna, *café*, *book*, taman, dan fungsi-fungsi rekreasi serta relaksasi. Pada kawasan ini sebagian besar pelakunya ialah pelajar. Para pelajar tentu akan membutuhkan diskusi dan berkumpul untuk mengerjakan tugas atau berkegiatan lain yang membutuhkan wadah. Sistem ruang baca yang digunakan pada perancangan perpustakaan ini digunakan untuk menarik minat para pelajar untuk mengunjungi perpustakaan ini.

Kriteria penentuan tapak ditentukan menurut Sukarman (2000) dengan beberapa pertimbangan kriteria tersebut maka tapak terpilih berada pada area Kedungkandang di mana semua kriteria yang dibutuhkan termasuk didalamnya. Tapak Kedungkandang ini juga mendukung untuk pembangunan sebuah perpustakaan guna penambahan fasilitas pendidikan pada daerah tersebut.



Gambar 6. Kondisi Tapak Skala Makro

Tapak berada pada kawasan pendidikan yang memiliki peruntukkan untuk pembangunan perpustakaan umum. Pendekatan yang dilakukan ialah pendekatan menggunakan penghawaan alami. Hal yang perlu diperhatikan pertama ialah mengetahui arah angin dominan yang menjadi sumber penghawaan alami pada area baca. Dengan mengetahui arah angin datang, maka dapat ditentukan zona ruang baca yang menggunakan ventilasi berfilter.



Gambar 7. Batas-batas Tapak dan Arah Angin Dominan pada Tapak

Angin utama datang dari arah Tenggara maka area ruang baca akan terletak pada sisi tenggara pada tapak di mana angin pertama kali memasuki area tapak. Arah angin dilihat dengan pengambilan waktu Januari-Desember dengan menggunakan waktu buka operasional perpustakaan yaitu 12 jam mulai dari jam 08.00-20.00.

**Tabel 1. Parameter yang Digunakan untuk Setiap Skala**

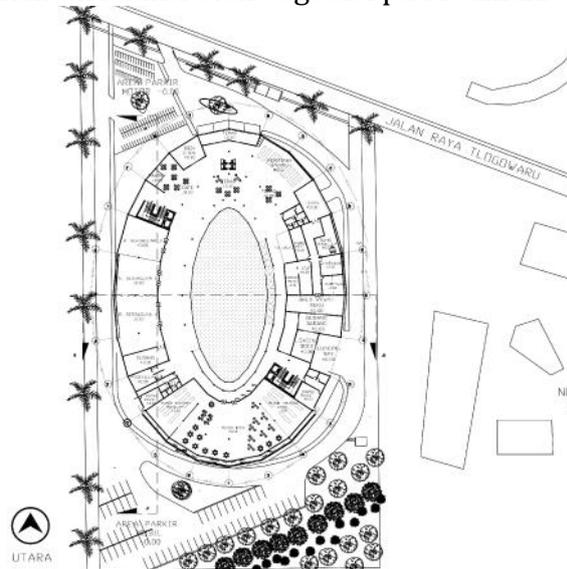
No	Skala	Parameter
1	Kawasan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengelolaan zoning berdasarkan area yang memiliki potensi dilewati aliran angin dengan kondisi setelah diletakkan massa di dalam bangunan.</li> <li>• Zona yang terpilih merupakan di mana A ialah zona publik, B zona semi publik, C zona privat, dan D zona servis.</li> <li>• Vegetasi yang digunakan sebagai filter pertama berupa pohon dan semak yang peletakannya dicampur Sengon, Waru, dan semak belukar yaitu kaktus kodok.</li> <li>• Jarak antara vegetasi filter pertama dan bangunan 30 meter</li> </ul>
2	Bangunan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berdasarkan hasil komparasi dan analisis terhadap aktifitas di dalam bangunan, maka bangunan bersifat tunggal, tidak majemuk.</li> <li>• Bentuk bangunan yang terpilih ialah bentuk elips.</li> <li>• Area ruang baca terdapat di Tenggara-Selatan-Barat Daya dikarenakan memiliki aliran angin yang kuat. Tata letak ruang lain mengikuti ruang baca berdasarkan analisis ruang dan zonasi.</li> <li>• Sebagai upaya mengalirkan angin ke tengah bangunan, maka tengah bangunan di beri plasa sebagai aliran angin menerus dari area ruang baca.</li> <li>• Pada sisi Timur membutuhkan treatment khusus yang mampu menghalau masuknya sinar matahari langsung, karena selalu terpapar mulai pagi hingga tengah hari.</li> <li>• Pada sisi Barat dan Timur memerlukan bukaan cukup untuk pencahayaan. Dapat dibantu berupa <i>skylight</i></li> <li>• Ruangan di sekitarnya harus mendukung ruang baca menjadi ruang yang memiliki <i>cross ventilation</i>.</li> <li>• Ruang baca tidak diberi partisi permanen melainkan partisi berkisi atau sekat berupa vegetasi agar tidak mengganggu laju angin pada ruang dalam</li> </ul>
3	Bukaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terdapat 3 jenis bukaan yang digunakan untuk empat sisi ruang baca : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ventilasi daun 90° untuk ventilasi pada area A dan C</li> <li>- Ventilasi poros tengah untuk area B</li> <li>- Ventilasi lipat untuk area D</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubang masuk A,B,C memiliki ukuran PxL lebih kecil daripada lubang keluar (outlet) D.</li> <li>• Lubang outlet berada lebih tinggi daripada lubang inlet</li> </ul>
4	Detail (Taman Vertikal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taman vertikal berada di depan inlet (A,B, dan C) dengan jarak untuk teritisan, maintenance taman, dan terbukanya daun jendela keluar.</li> <li>• Vegetasi yang digunakan adalah vegetasi rambat.</li> <li>• Rangka yang digunakan merupakan rangka kawat (mesh wire) dengan jarak antar kawat 0,8 m</li> <li>• Sistem penyiraman menggunakan <i>drip system</i>.</li> <li>• Modul rangka yang digunakan adalah <i>vertical string</i>.</li> </ul>

(Sumber: Hasil Analisis, 2014)

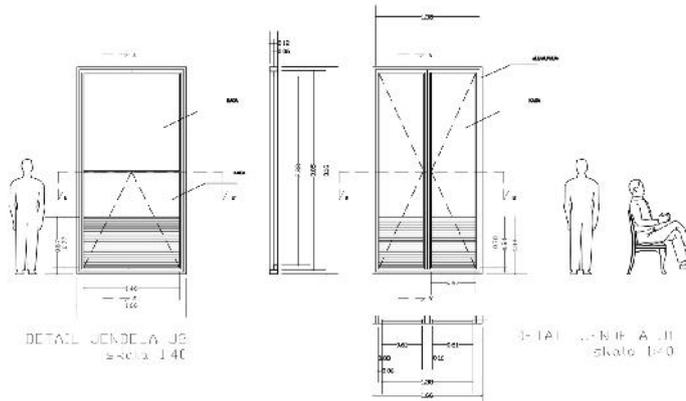
### 3.1 Rekomendasi Desain Perpustakaan Umum Malang

Perpustakaan memiliki satu jalur masuk dan jalur keluar untuk kendaraan dari Jalan Raya Tlogowaru di mana jalan itu merupakan akses utama pada tapak dan kawasan. Area parkir berada di belakang bangunan. Area parkir berada di dekat taman agar asap dari kendaraan akan direduksi oleh vegetasi pada taman.



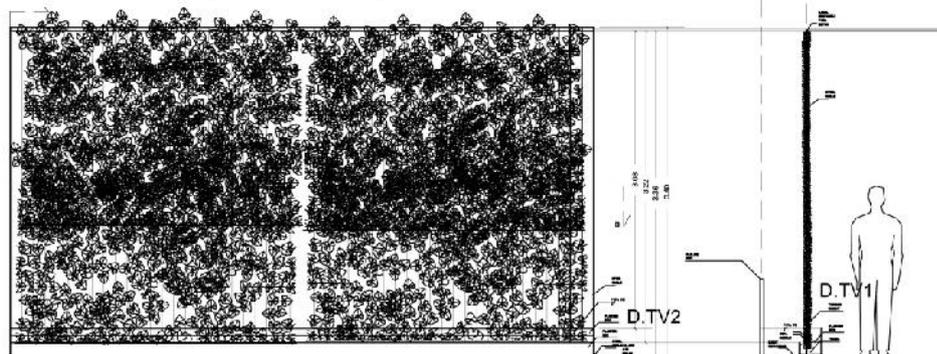
Gambar 8. *Layout-plan* Bangunan

Perancangan ventilasi berfilter ini memiliki kepentingan untuk mengganti udara yang kurang baik pada ruang dalam perpustakaan. Untuk itu, udara yang akan menggantikan dan melakukan pertukaran juga harus udara yang baik agar tidak membawa polusi baru masuk ke dalam ruangan. Pemilihan filter vegetasi dilihat dari skala polusi yang akan diendapkan. Pada kawasan, polusi dominan ialah polusi CO<sub>2</sub> dan partikel halus < 10 mikron. Untuk kasus filter lain, dapat menggunakan saringan atau pun penambahan air sebagai pelarut zat senyawa. Namun untuk kasus pada kawasan Tlogowaru tidak sampai pada tahap air sebagai pelarut, cukup diendapkan saja pada vegetasi berdaun minimal 5 cm<sup>2</sup>.



Gambar 9. Detail Jendela J1 dan J2

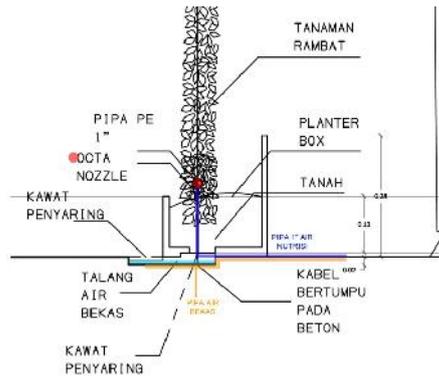
*Inlet* yang didesain berukuran 1,5 x 3 meter. Hal ini memperhatikan ruang gerak manusia juga kemampuan dari tenaga kerja untuk melakukan *maintenance*. *Inlet* merupakan bukaan yang memiliki kemampuan memasukkan angin sebanyak 50% dan diletakkan lebih rendah daripada *outlet*. Sedangkan *outlet* yang didesain merupakan jenis ventilasi ayun yang mampu memasukkan 100% angin dari luar ke dalam bangunan. Desain *outlet* memiliki perbandingan 11:12 di mana *outlet* berada pada angka 12, maka desain *outlet* yang sesuai dengan kriteria adalah 1,7 x 3,2 meter.



Gambar 10. Tampak Depan Taman Vertikal

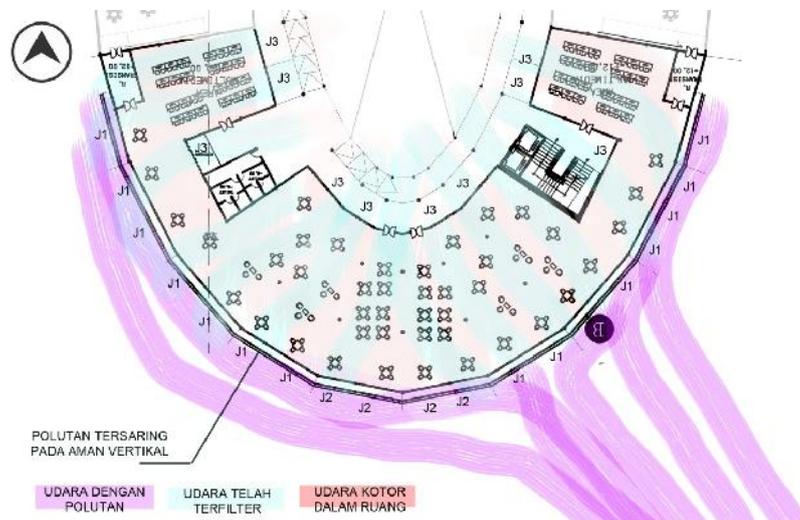


Gambar 11. Perspektif Taman Vertikal

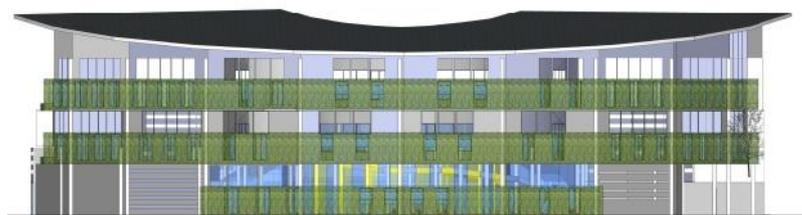


Gambar 12. Detail Taman Vertikal

Sistem pemupukan yang digunakan ialah pemupukan hidroponik yaitu pupuk yang dicairkan dalam sebuah tendon air dan selanjutnya dialirkan ke taman vertikal bersama dengan pengairan. Pupuk yang digunakan merupakan pupuk lengkap mengandung semua unsur makro atau pun mikro yang diperlukan oleh tanaman. Pupuk ini disebut pupuk daun dengan dosis pemberian 1-2 gram per liter air. Pemberiannya adalah seminggu dua kali. Karena taman vertikal pada bangunan ini termasuk berskala besar, maka diperlukan pencampur pupuk otomatis atau yang disebut *doosing fertilizer*. Dengan adanya ini, pemupukan menjadi lebih mudah karena tenaga kerja tinggal mengisi air yang selanjutnya diisi pupuk. Ruangan ini berada di lantai satu pada area servis yang dapat digunakan untuk mengontrol perawatan taman vertikal baik pemberian pupuk dan pengecekan apakah timer berjalan dengan baik.



Gambar 13. Skema Sirkulasi Udara setelah Menggunakan Filter



Gambar 14. Tampak Belakang Bangunan

Penggunaan taman vertikal pada bangunan tentu mempengaruhi bentuk tampilan pada fasad. Penggunaan taman vertikal berada pada sisi selatan bangunan di mana area positif pada bangunan terbentuk. Pemberian taman vertikal mempengaruhi bentuk selatan pada fasad menjadi terlihat hidup karena menggunakan tanaman. Sebelum menggunakan taman vertikal, elemen pembentuk fasad berupa dinding, ventilasi mati, dan ventilasi hidup. Setelah menggunakan taman vertikal, ventilasi hidup tidak terlihat karena tertutup oleh bidang yang terbentuk dari jajaran *mesh wire*. Sistem *mesh wire* berjarak 0.12 m menyebabkan dinding selatan terlihat memiliki dinding hijau masif.

### 3.2 Keberhasilan Kombinasi Taman Vertikal dan Ventilasi

Setelah desain *inlet* dan *outlet*, hal yang berikutnya diperlukan ialah mencocokkan konsistensinya dengan analisis yang telah dilakukan. Luas bukaan yang diperlukan oleh ruang baca agar minimal kebutuhan udara pelaku aktivitas tercapai ialah sebagai berikut:

**Tabel 2. Keberhasilan Luas Minimal Bukaan**

Kebutuhan luas bukaan minimal	Hasil desain
189 m <sup>2</sup>	<b>218 m<sup>2</sup></b>

Hasil desain telah menunjukkan bahwa kebutuhan bukaan minimal untuk memenuhi kebutuhan udara pelaku aktivitas sudah terpenuhi. Itu artinya dalam melakukan segala aktivitas, pelaku aktivitas akan mendapatkan suplai udara yang cukup.

Keberhasilan dari taman vertikal dan ventilasi ini dalam memasukkan udara ke dalam ruangan untuk menggantikan udara dalam hingga tingkat keberhasilan menyerap debu dapat dihitung secara kualitatif. Terdapat cara perhitungan taman vertikal dan ventilasi yaitu dengan cara konsistensi teori yang telah diterapkan pada perancangan. Namun, kombinasi taman vertikal ini tidak akan berhasil bila pemanfaatan arah angin, bentuk bangunan, orientasi bangunan, posisi dan jenis bukaan, serta pemilihan vegetasi dan pemasangan taman vertikal tidak dilakukan. Semua memiliki keterkaitan yang saling berkesinambungan untuk menciptakan ruangan yang nyaman walau dengan penghawaan alami.

## 4. Kesimpulan

Pemanfaatan sumber daya terbarukan seperti angin dapat membantu mengurangi emisi energi pada pembangunan. Perpustakaan yang biasanya menggunakan penghawaan buatan penuh, bila direncanakan dengan baik ternyata dapat menjadi bangunan yang membantu penghematan energi. Dengan konsep bangunan dengan kombinasi ventilasi di mana dilakukan pembagian dalam dua area yaitu area yang menggunakan penghawaan alami secara penuh dan area yang menggunakan penghawaan buatan secara penuh, perpustakaan dapat menggunakan konsep itu dengan analisis kebutuhan penghawaan yang tepat. Terdapat beberapa poin-poin penting dalam perancangan bangunan berkonsep kombinasi ventilasi:

1. Memahami area mana saja yang dapat berpotensi mendapatkan angin lebih banyak pada tapak serta menentukan area mana yang dapat menggunakan penghawaan alami dan area mana yang dapat menggunakan penghawaan buatan.

2. Analisis pada skala kawasan di sini untuk memfiltrasi debu tahap awal sebelum menyentuh bangunan karena permasalahan yang timbul pada perpustakaan ialah bukaan yang besar membawa debu masuk dan berbahaya bagi kesehatan pengguna.
3. Bentuk bangunan dan tata letak ruang-ruang sangat penting. Bentuk bangunan, ketinggian bangunan, mempengaruhi tata letak bukaan dan mempengaruhi aliran angin. Maka dari itu, perlu dilakukan analisis baik horizontal maupun vertikal.
4. Pemilihan konfigurasi untuk taman vertikal juga diperlukan. Pemilihan konfigurasi berpengaruh pada aliran angin serta dapat menjadi pendingin pasif serta pelindung dari polusi. Terdapat penelitian di mana konfigurasi penuh lebih efisien dan optimal untuk penghawaan dan penyaringan debu dibanding konfigurasi silang.
5. Kombinasi pada ventilasi tidak hanya dilakukan dengan vegetasi. Sudah terdapat beberapa penelitian yang dilakukan bahwa filter dapat berupa vegetasi dengan air, air saja, hingga saringan marmer dicampur dengan air yang dapat mengikat senyawa kimia.
6. Kombinasi taman vertikal dan ventilasi untuk perancangan ruang baca perpustakaan memiliki kriteria desain yang berada pada faktor keamanan terhadap koleksi perpustakaan agar koleksi tersebut tidak keluar bangunan dan tetap memperhatikan jenis aktivitas manusia untuk mendapatkan aliran angin yang melewati ruang gerak manusia.

## Daftar Pustaka

- Atmodiwirjo, Paramita *et al.* 2009. *Tata Ruang dan Perabot Perpustakaan Umum*. Jakarta: Perpustakaan Nasional RI.
- Boutet, Terry S. 1987. *Controlling Air Movement: A Manual for Architects and Builders*. New York: McGraw-Hill
- Ching, Francis D.K. 2008. *Ilustrasi Konstruksi Bangunan (Edisi 3)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Fitria, L. *et al.* 2008. *Kualitas Udara Dalam Ruang Perpustakaan Universitas "X" Ditinjau Dari Kualitas Biologi, Fisik, dan Kimiawi*. Jurnal Makara Kesehatan Vol. 12 No. 2. Depok: Universitas Indonesia.
- Lechner, N. 2007. *Heating, Cooling, Lightning: Design Methods For Architects*. Siti, S (Penterjemah). *Heating, Cooling, Lightning: Metode Desain Untuk Arsitektur*. Edisi Kedua. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Mediastika, Christina E. 2002. *Memanfaatkan Tanaman Untuk Mengurangi Polusi Particulate Matter ke Dalam Bangunan*. DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment), Vol 30, No 2
- Ratnani, R.D. 2008. *Teknik Pengendalian Pencemaran Udara Yang Diakibatkan Oleh Partikel*. Momentum, Vol 4 No. 2, 27-32
- Sobari. 2004. *Debu Buku di Perpustakaan : Telaah Kesehatan Kerja Pustakawan*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah. Vol 28, No.1 Juni 50-58
- Sukarman, Rachmat Natadjumena. 2000. *Pedoman Umum Penyelenggaraan Perpustakaan Umum*. Jakarta. Perpustakaan Nasional RI
- Yeang, Ken. 1994. *Bioclimatic Skyscrapers*. Malaysia: Aedes.