

Parameter Desain untuk Modul Green Façade Bangunan Vertikal yang Memudahkan Pemasangan dan Perawatan

Vincentius Kevin Aditya¹, Danny Santoso Mintorogo², Jimmy Nurdi Kusuma Priatman³

^{1,2,3}Universitas Kristen Petra, 60236

¹ vkevinaditya@gmail.com, ² dannysm@petra.ac.id, ³ jpriatman@petra.ac.id

Abstract. Green façades or vegetated facades offer numerous benefits at both the urban and building scales, including addressing global warming. However, numerous issues have been identified in their installation and maintenance. This paper aims to identify design parameters for green façade modules that facilitate easier installation and maintenance. This involves classifying problems encountered in the field through case studies on three high-rise buildings in Surabaya, as well as gathering data on installation and maintenance issues from literature studies. This research uses a qualitative descriptive method with direct observations and shows that 2 out of the 3 case studies experienced problems with the irrigation part and the selection of systems that are difficult to maintain. The study identifies four crucial points to consider in designing green façade modules, including the structure & construction system; irrigation, drainage, & waterproofing system; green façade module system, growing medium, and plants; and the security & maintenance system.

Keywords: Green facade, Parameter, Installation, Maintenance, Modul, Vegetated facade.

Abstrak *Green façade* atau fasad bervegetasi memberi banyak manfaat baik dalam skala urban maupun skala bangunan termasuk dalam menangani fenomena global warming. Namun banyak ditemukan masalah dalam pelaksanaan pemasangan dan perawatannya. Tujuan dari paper ini adalah menemukan parameter desain untuk modul green façade yang memudahkan pemasangan dan perawatan; melalui tahapan mengklasifikasikan masalah yang ditemui dilapangan melalui studi kasus pada 3 bangunan tinggi di Surabaya, dan mengumpulkan data masalah pemasangan dan perawatan *green facade* dari studi literatur. Penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pengamatan langsung ini menunjukkan bahwa 2 dari 3 studi kasus mengalami permasalahan pada bagian irigasi, dan pemilihan sistem yang susah untuk dirawat. Penelitian mengidentifikasi 4 poin krusial yang perlu diperhatikan dalam mendesain modul green façade diantaranya sistem struktur dan konstruksi; sistem irigasi, drainase,

dan *waterproofing*; sistem modul *green facade*, media tanam, dan tanaman; serta sistem keamanan dan perawatan.

Kata Kunci: *Green facade*, Parameter, Pemasangan, Perawatan, Modul, Fasad bervegetasi.

1. Pendahuluan

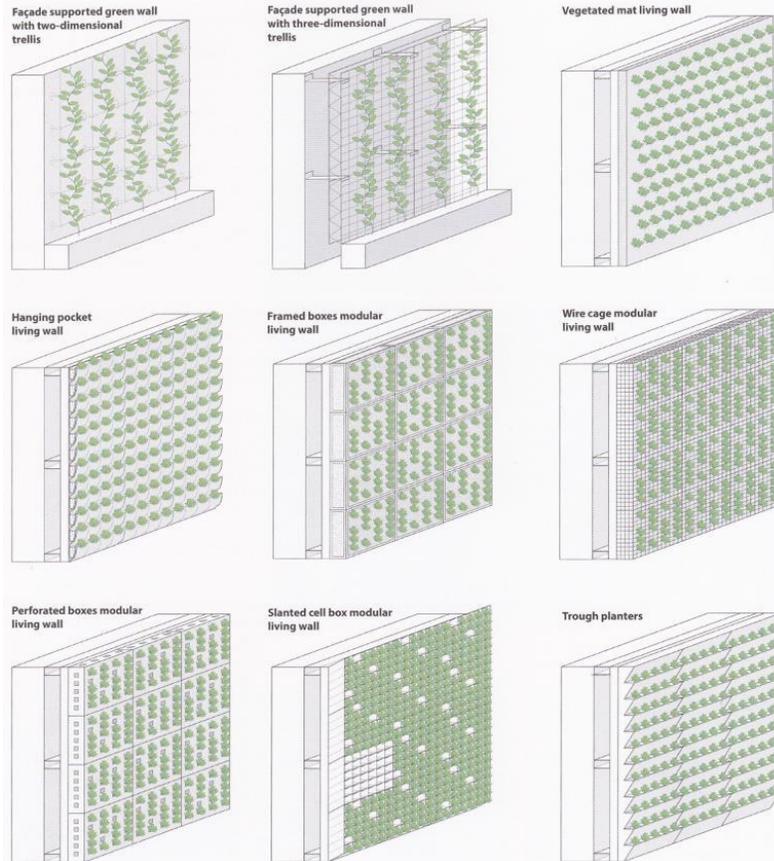
Green facade, *green wall*, atau yang biasa disebut fasad bervegetasi merupakan sebuah sistem dimana tumbuhan dapat tumbuh pada permukaan vertikal seperti fasad bangunan secara terkendali dan dengan perawatan yang teratur. (Wood et al., 2014). Saat ini *green facade* sudah cukup banyak ditemukan terutama di negara yang padat penduduk dan memiliki lahan yang sangat terbatas seperti Singapore. Terdapat banyak sekali manfaat yang dapat dirasakan dengan penggunaan *green facade* seperti meningkatkan kualitas udara, peningkatan efisiensi energi pada bangunan, hingga bermanfaat bagi kesehatan pengguna. Namun terdapat juga beberapa permasalahan serius yang terjadi pada penggunaan *green facade* terutama pada permasalahan saat pemasangan dan perawatannya. Tujuan dari penelitian ini mengidentifikasi permasalahan *green facade* yang berkaitan dengan perawatan dan pemasangan dan parameter desain modul *green facade* yang memudahkan pemasangan dan pemeliharaan,

Untuk menambah pengkayaan mengenai topik bahasan, berikut landasan konseptual yang digunakan.

1.1. *Green facade*

Green facade dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan berdasarkan spesies tanaman, media tanam, dan struktur pendukung yang digunakan. Secara garis besar dikelompokkan ke dalam dua kategori: “*facade-supported green walls*” dan “*facade-integrated living walls*”. Pada gambar 1 terdapat beberapa jenis *facade-supported green walls* dan *facade integrated living walls*. *Facade-supported green walls* merupakan sistem *green wall* yang didukung dari fasad, tetapi di mana media tanam terpisahkan dengan fasad. Biasanya media tanam diletakkan pada horizontal *planter*, yang terletak di atas tanah atau secara modular pada beberapa interval tertentu mengikuti ketinggian fasad. Sedangkan, *Facade-integrated living walls* merupakan sistem dimana tumbuhan tidak hanya menempel pada fasad bangunan tetapi terintegrasi penuh ke dalam konstruksi fasad dimana tanaman dan media tanam keduanya ditempatkan pada permukaan vertikal dinding luar dengan pemberian jarak dan lapisan *waterproofing* yang berguna untuk melindungi dinding dan struktur bangunan dari kelembapan yang tidak diinginkan (Wood et al., 2014).

Modular *green facade* merupakan inovasi dan pengembangan dari sistem *Facade-integrated living walls* (Wood et al., 2014). Modul *green facade* umumnya terdiri dari panel yang menampung media tanam yang digunakan untuk mendukung tanaman. Kebutuhan dari tanaman untuk dapat tumbuh akan di penuhi dari media tanam yang berada di dalam modul ataupun dengan melalui saluran irigasi dan fertigasi (Shaikh et al., 2015). Dengan penggunaan sistem modular setiap panel dipegang oleh struktur yang sesuai ataupun langsung dipasang ke permukaan vertikal seperti dinding. (Koumoudis, 2010).



Gambar 1 Jenis green facade berdasarkan cara pemasangan.
 Sumber: (Wood et al., 2014, hal 16)

Green façade memiliki banyak sekali manfaat apabila digunakan pada bangunan tinggi, baik dalam skala bangunan seperti membantu penurunan suhu pada interior bangunan (Sari, 2017). Juga pada skala lingkungan yaitu memberikan dampak positif bagi ekologi lingkungan terutama pada area perkotaan padat penduduk (Elgizawy, 2016), serta melalui daun tanaman dengan luas area 22m² dapat mengurangi kadar CO₂ sebanyak 1 ton. (Tamási et al., 2016).

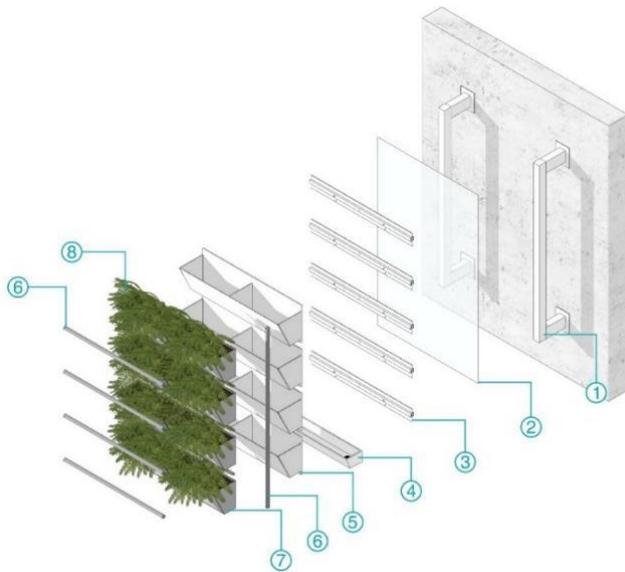
1.2. Elemen *green façade*

Ada beberapa elemen utama dari green facade yaitu tanaman, media tanam, struktur yang mendukung dan menempelkan tanaman ke fasad, dan sistem irigasi (Wood et al., 2014). Untuk memudahkan penjelasan mengenai elemen-elemen *green façade modular*, diuraikan bagian-bagian pada *green façade* seperti yang diilustrasikan di Gambar 2.

Berdasarkan 8 elemen pada green façade modular tersebut, dikelompokkan menjadi 3 kelompok utama yaitu:

- Kelompok elemen struktur dan konstruksi (poin elemen 1&3)
- Kelompok elemen irigasi, drainase, dan waterproofing (poin elemen 2, 4, 6)
- Kelompok elemen modul, media tanam, dan tanaman. (poin elemen 5, 7, 8)

Selain 3 kelompok tersebut, terdapat 1 kelompok tambahan yang mendukung dan sangat penting untuk dijadikan pertimbangan yaitu kelompok elemen keamanan dan perawatan (Tamási et al., 2016) sehingga total terdapat 4 elemen penting yang harus diperhatikan.



1. Sistem struktur dan konstruksi yang berhubungan langsung dengan dinding bangunan
2. *Waterproof Membrane* / lapisan anti air
3. Struktur horisontal untuk menahan modul pot
4. Gutter / talang untuk drainase
5. Modul green facade
6. Saluran Irigasi vertikal dan horisontal
7. Media tanam
8. Tanaman

Gambar 2 Ilustrasi elemen-elemen green façade modular
Sumber: Penulis 2022

1.3. Permasalahan pemasangan dan perawatan *green façade*.

Terdapat banyak sekali permasalahan yang terjadi pada *green façade* pada penggunaannya. Hal ini terjadi akibat minimnya pengetahuan mengenai aspek pemeliharaan dari *green façade*, bahkan beberapa *green façade* membutuhkan perawatan yang sangat mahal dan perawatan yang rumit. (Perini & Rosasco, 2013). Berikut adalah berbagai permasalahan perawatan dan pemasangan yang sering terjadi pada *green façade* bangunan tinggi.

- Area yang tidak dapat diakses sehingga susah untuk dilakukan maintenance
- Masalah pemasangan / perlengkapan yang tidak aman
- Daun jatuh diendapkan pada struktur, dll (akibat tidak bisa dibersihkan)
- Kotoran yang menempel pada dinding karena tidak bisa dibersihkan,
- Rumitnya cara untuk melakukan perawatan pada *green façade*
- Tanaman layu akibat tidak cocok dengan kondisi iklim
- Melonggarnya tanah karena ukuran kotak tanaman kecil
- Tanaman yang mati dan membutuhkan waktu lama untuk tumbuh
- Pemilihan tanaman yang rendah maintenance
- Sistem Irigasi yang buruk dan masalah air yang menetes
- Pemborosan air karena penyiraman yang berlebihan
- Sistem irigasi yang tidak otomatis sehingga ketika lalai dapat menyebabkan keseluruhan fasad mati.
- Kebocoran dan pemborosan air yang susah dikontrol
- Kegagalan saluran drainase
- Penyumbatan air
- Lapisan kedap air terkelupas dari kotak media tanam
- Rembesan air pada dinding/kolom/balok
- Pot media tanam rusak
- Korosi pada elemen struktural
- Retak pada dinding / pot media tanam akibat pertumbuhan tanaman
- Kerusakan/keausan rangka struktural
- Pertumbuhan alga pada lapisan dinding maupun pada material finishing
- Penyebaran pertumbuhan biologis pada balok ataupun dinding struktural
- Akar tumbuhan yang menembus dinding
- Potensi serangan hama baik yang mengganggu tanaman ataupun manusia sebagai pengguna gedung.

Sumber: Pengolahan data literatur & wawancara dengan narasumber (Chew et al., 2019)

2. Metode Penelitian

Metode pada penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan 3 tahapan penelitian yaitu, penguraian elemen-elemen dari green façade yang nantinya akan dijadikan sebagai acuan untuk pengelompokan data mulai pertimbangan desain hingga parameter desain. Kemudian dilakukan pencarian dan pengumpulan data melalui studi literatur dan pengamatan langsung pada bangunan tinggi di Surabaya yang menggunakan *green façade* yaitu: gedung Esa Sampoerna, hotel Luminor Sidoarjo, dan Terminal Joyoboyo. Data yang dikumpulkan mengenai sistem green façade yang digunakan serta permasalahan dan kerusakan yang terjadi untuk dapat dijadikan pertimbangan dalam mendesain. Terakhir dilakukan penarikan kesimpulan berupa parameter desain, yaitu berdasarkan pertimbangan desain yang didapat akan dikaji dan ditarik kesimpulan menjadi parameter desain modul green façade yang berfokus pada kemudahan pemasangan dan perawatan.



Gambar 3. Gedung Esa Sampoerna, Hotel Luminor Sidoarjo, Terminal Joyoboyo.
Sumber: Penulis, 2022

3. Hasil Pengamatan dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengamatan

Pada Terminal Joyoboyo belum timbul masalah yang signifikan karena bangunan tersebut merupakan bangunan baru. Terminal Joyoboyo menggunakan sistem facade-supported green walls, dan menggunakan sistem irigasi yang otomatis dan menggunakan air pengolahan dari limbah air dari toilet. Untuk gedung Esa Sampoerna dan Luminor Sidoarjo ditemukan masalah pada elemen green façade terhadap pemasangan dan perawatan. Berikut table yang berisi hasil pengamatan lapangan kondisi fasad pada ketiga bangunan studi kasus:

Table 1 Pengamatan permasalahan pada elemen *green façade*

Studi Kasus	Tipe <i>green facade</i>	Permasalahan pada elemen <i>green facade</i>		
		Sistem struktur dan konstruksi.	Sistem irigasi, drainase, dan waterproofing.	Sistem modul, media tanam, dan tanaman.
Esa Sampoerna	<i>facade-supported green walls</i>	Belum ditemukan masalah	Kebutuhan air penyiraman yang cukup banyak karena planter box terlalu besar dibanding dengan kebutuhan akar tanaman.	Ketika tanaman mati, membutuhkan waktu yang lama untuk dapat kembali ke kondisi semula (<i>facade</i> menjadi lubang).
Terminal Joyoboyo	<i>facade-supported green walls</i>	Belum ditemukan masalah	Belum ditemukan masalah	Belum ditemukan masalah

Luminor Sidoarjo	<i>facade-Integrated living walls</i>	Susah untuk dilakukan penggantian pada struktur	Irigasi dilakukan manual sehingga harus ada pekerja yang merawat facade.	Tidak menggunakan modul, melainkan planter bag langsung menempel pada dinding, sehingga ketika tanaman akan susah untuk dilakukan penggantian
------------------	---------------------------------------	---	--	---

3.2 Pembahasan

Pada pengamatan terhadap bangunan studi kasus dan pengumpulan data dari studi literatur mengenai masalah pemasangan dan perawatan *green façade* dapat dihasilkan pertimbangan-pertimbangan dalam mendesain modul *green façade* untuk dapat menghindari permasalahan-permasalahan dapat terjadi kembali. Pertimbangan ini meliputi 4 elemen green facade mulai dari sistem struktur dan konstruksi; sistem irigasi, drainase, dan *waterproofing*; sistem modul, media tanam, dan tanaman; serta elemen keamanan dan perawatan yang secara lebih terperinci ada pada table 2.

Tabel 2. Pertimbangan desain pada elemen green façade

PERTIMBANGAN	
Elemen	Sistem struktur dan konstruksi <ul style="list-style-type: none"> - Jenis material dan daya tahan material yang digunakan (bahaya korosi pada elemen struktural) - Bobot dari material struktur yang ringan untuk kemudahan instalasi - Pertimbangan kekuatan struktur terhadap beban tambahan dari pertumbuhan tanaman, kondisi saat basah dan terpapar cuaca. - Desain konstruksi yang memudahkan untuk dilakukan penggantian - Desain konstruksi, instalasi yang tidak membahayakan dan mempermudah untuk dilakukan perawatan
	Sistem irigasi, drainase, dan waterproofing <ul style="list-style-type: none"> - Sistem irigasi yang efisien (otomatis) dan fleksibilitas antar modul - Fertigasi (pemberian pupuk & pestisida melalui saluran irigasi) - Pertimbangan adanya kebocoran dari saluran irigasi antar modul - Pertimbangan stagnasi air dan kebocoran pada sistem drainase - Pertimbangan material anti air / <i>waterproofing</i> yang digunakan harus efektif dan memiliki daya tahan yang kuat - Pertimbangan rembesan air pada elemen bangunan lainnya.
	Sistem modul, media tanam, dan tanaman. <ul style="list-style-type: none"> - Modul menggunakan material dengan daya tahan yang baik. - Kapasitas muatan / isi dari modul harus memadai agar media tanam dapat cukup untuk pertumbuhan tanaman. - Desain modul yang memudahkan untuk dilakukan penggantian - Pertimbangan berat media tanam, semakin berat media tanam makan beban dari modul akan semakin berat serta menyulitkan perawatan. - Media tanam kemampuan menahan air dan menyimpan kelembapan. - Media tanam Bentuknya tidak mudah berubah serta tidak mudah kering - Media tanam yang aman dari hama dan patogen penyebab penyakit tanaman.

		<ul style="list-style-type: none"> - Kesesuaian tanaman terhadap iklim - Pertimbangan pertumbuhan akar tanaman agar tidak terjadinya pot pecah karena pertumbuhan akar - Pertimbangan kebutuhan tanaman seperti kelembapan dan kebutuhan air untuk tanaman.
	Keamanan & perawatan	<ul style="list-style-type: none"> - Akses untuk perawatan (ketersediaan gondola/tidak) - Struktur facade yang tidak menghalangi akses perawatan - Perawatan secara terjadwal - Penggunaan pestisida yang terkontrol secara otomatis pada saluran irigasi

Sumber: Pengolahan data dan analisis penulis (Chew et al., 2019; Chew & Conejos, 2016; Manso & Castro-Gomes, 2015)

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini disimpulkan bahwa terdapat banyak permasalahan dalam pemasangan dan perawatan *green facade* sehingga masih banyak memerlukan development sehingga perlu adanya *guidance* yang tepat. Dengan demikian berdasarkan pertimbangan yang ada dapat ditarik menjadi parameter yang dapat digunakan untuk mengembangkan *green facade* kedepannya terkhusus di daerah iklim tropis. Parameter ini mencakup 4 elemen penting yang berfokus pada pemasangan & perawatan *green facade* yakni dari sistem struktur dan konstruksi; sistem irigasi, drainase, dan *waterproofing*; sistem modul, media tanam, dan tanaman; hingga parameter keamanan dan perawatan yang juga disertai beberapa saran praktis, yang tertuang dalam tabel 3.

Tabel 3. Parameter

Parameter Sistem Struktur dan Konstruksi	
1	Penggunaan material yang ringan dan kuat untuk menahan beban dari <i>green facade</i> termasuk pada keadaan basah (tahan lama)
2	Jenis <i>green facade</i> yang memiliki instalasi sederhana dan diharuskan memiliki penguncian yang kuat agar tidak berbahaya.
3	Desain konstruksi modul harus memudahkan konstruksi dan instalasi serta penggantian <i>green facade</i> .
Parameter Sistem Irigasi, Drainase, dan Waterproofing	
1	Sistem irigasi yang efisien (mencegah kelebihan penyiraman pada tanaman).
2	Penyiraman air dan fertigasi di atur secara otomatis.
3	Saluran irigasi dan drainase antar modul harus fleksible (dapat dilepas pasang) dan dipastikan tidak mengalami kebocoran.
4	Permukaan tempat penanaman harus memiliki kemiringan yang mengarahkan kelebihan air ke saluran pembuangan.
5	Material saluran pembuangan harus tahan lama dan cocok untuk zona iklim.
6	Kemudahan akses untuk melakukan perawatan rutin pada saluran irigasi & drainase. Serta di desain untuk mudah di <i>maintenance</i> .
7	<i>Buffer</i> yang cukup besar dan pemberian jarak seharusnya di antara <i>green facade</i> dan jendela fasad / dinding bangunan untuk mencegah noda & pertumbuhan alga.
Parameter Sistem Modul <i>Green facade</i>, Media Tanam, dan Tanaman.	
1	Ukuran modul kotak penanam disarankan (500 mm lebar × kedalaman yang cukup) dengan media tanam yang sesuai akan memungkinkan akar untuk tumbuh lebih bebas serta memiliki jangka waktu yang lebih lama.

2	Pastikan komposisi media tanam serta sistem irigasi dari modul yang tepat untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman dan mencegah kemungkinan ledakan/kerusakan modul tanaman karena penyiraman yang berlebihan dan pengaruh pertumbuhan akar.
3	Kesesuaian media tanam: - Cukup padat dan dapat menyimpan kelembaban dengan baik - Memiliki bobot yang ringan
4	Menggunakan tanaman yang sesuai dengan kondisi lingkungan dan iklim serta memiliki karakter yang sesuai untuk dapat digunakan pada <i>green façade</i> (tahan terhadap paparan cuaca, memiliki akar yang tidak terlalu besar / sesuai untuk ditanam pada modul, tidak membutuhkan banyak air)
5	Direkomendasikan untuk menanam lebih dari satu spesies tanaman pada <i>green facade</i> .
Parameter Tambahan Keamanan dan Perawatan.	
1	Akses untuk perawatan <i>green facade</i> harus dirancang untuk mudah diakses menggunakan gondola ataupun secara pasif
2	Penggunaan pestisida yang terkontrol secara otomatis pada saluran irigasi
3	Perawatan secara terjadwal dan terkontrol
4	Desain harus memikirkan aspek keselamatan dan kemudahan perawatan.
5	Perawatan harus mengikuti buku pedoman pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja & peraturan menteri pekerjaan umum nomor 24/PRT/M/2008

Daftar Pustaka

- Chew, M. Y. L., & Conejos, S. (2016). Developing a green maintainability framework for green walls in Singapore. *Structural Survey*, 34(4/5), 379–406. <https://doi.org/10.1108/SS-02-2016-0007>
- Chew, M. Y. L., Conejos, S., & Azril, F. H. B. (2019). Design for maintainability of high-rise vertical green facades. *Building Research & Information*, 47(4), 453–467. <https://doi.org/10.1080/09613218.2018.1440716>
- Elgizawy, E. M. (2016). The Effect of Green Facades in Landscape Ecology. *Procedia Environmental Sciences*, 34, 119–130. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.04.012>
- Koumoudis, S. (2010). *Green wall planting module, support structure and irrigation control system* (United States Patent Patent No. US 7,788,848 B1). <https://patentimages.storage.googleapis.com/77/16/2b/60d0e44a478ed4/US7788848.pdf>
- Manso, M., & Castro-Gomes, J. (2015). Green wall systems: A review of their characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 863–871. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.203>
- Perini, K., & Rosasco, P. (2013). Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems. *Building and Environment*, 70, 110–121. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.08.012>
- Sari, A. A. (2017). *Thermal performance of vertical greening system on the building façade: A review*. 020054. <https://doi.org/10.1063/1.5003537>
- Shaikh, A. F., Gunjal, P. K., & Chaple, N. V. (2015). A review on green walls technology, benefits & design. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*.
- Tamási, A., Dobszay, G., & Department of Building Constructions, Faculty of Architecture, Budapest University of Technology and Economics. (2016). Requirements for designing living wall systems – Analysing system studies on hungarian projects. *Periodica Polytechnica Architecture*, 46(2), 78–87. <https://doi.org/10.3311/PPAr.8337>
- Wood, A., Bahrami, P., & Safarik, D. (2014). *Green walls in high-rise buildings: An output of the CTBUH Sustainability Working Group*. The Images Publ. Group.