

INOVASI TEKNOLOGI GREEN WALL UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS KINERJA KEBISINGAN PADA MASJID BAITUL HAKIM, KLATEN

Nabiela Salma Fasya¹, Sugini², dan Bellinda Chairunisa³

¹Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

¹Surel: sugini@uii.ac.id

ABSTRAK: Masjid Baitul Hakim merupakan bangunan masjid yang terletak di Klaten. Berada pada kawasan urban dengan area perumahan yang padat. Bangunan tersebut memiliki kinerja dibawah standar dalam aspek kebisingan. Ruang dalam masjid menerima suara bising dari suara kendaraan, karena lokasi bangunan yang berdekatan dengan jalan besar. Hal tersebut dipengaruhi oleh tekanan suara yang masuk kedalam ruang memiliki nilai yang besar. Tujuan dilakukan untuk mengetahui kinerja kerja desain green wall dalam memperbaiki dan meningkatkan kinerja kebisingan ruang dalam Masjid Baitul Hakim, Klaten. Untuk mendapatkan data dilakukan metode berupa observasi pada lokasi, kemudian dokumentasi untuk merekam kondisi di dalam ruangan masjid. Hasil data yang telah dikumpulkan dilakukan pengujian simulasi dengan aplikasi yang terkait. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di Masjid Baitul Hakim diperoleh hasil berupa kondisi ruang yang menerima suara bising dari suara kendaraan. Untuk menyelesaikan permasalahan yang ditemukan di dalam bangunan, maka dipilih penggunaan teknologi green wall untuk membantu mereduksi suara kebisingan. Hasil perancangan akan menghasilkan nilai absorpsi, transformasi, dan reduksi yang menjadi pedoman dalam perancangan kedepannya.

Kata kunci: green wall, kebisingan, masjid, tekanan suara

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kerusakan lingkungan menjadi perhatian khusus secara global karena memberikan dampak besar bagi kelangsungan hidup manusia di bumi. Faktor kerusakan lingkungan disebabkan sumber daya alam terus menerus digunakan manusia demi kepentingannya tanpa memikirkan dampak. Akibatnya, kenaikan rata-rata suhu atau temperatur permukaan bumi yang dapat menyebabkan efek rumah kaca (*global warming*), polusi limbah, dan konstruksi pembangunan yang tidak memperhatikan lingkungan sekitar (Victoria, 2019). Menyikapi kondisi tersebut, muncul konsep pembaharuan dalam bidang arsitektur berupa "*sustainable architecture*" (Ghoustanjiwani, Kusuma, & Yanuar, 2011) Konsep untuk melindungi sumber daya alam sehingga SDA dapat bertahan lama dan digunakan dengan baik agar bermanfaat untuk generasi mendatang.

Perkembangan daerah Klaten yang tidak merata menyebabkan kepadatan penduduk di beberapa daerah khususnya di sekitar Masjid Baitul Hakim (Mardiansjah, Handayani, & Setyono, 2018). Termasuk pinggiran kota, bangunan ini diapit dengan perumahan warga yang padat dengan berseberangan jalan raya. Kondisi tersebut memberikan gambaran penyebab kondisi kinerja bangunan masjid rendah dari faktor *urban sprawl*.

Lokasi berseberangan dengan jalan raya membuat suara kendaraan masuk kedalam bangunan, sehingga mengganggu kekhusyukan kegiatan dalam masjid. Dari permasalahan yang timbul di bangunan Masjid Baitul Hakim mengarahkan bangunan masjid ini untuk melakukan *adaptive reuse* atau penyesuaian bangunan terhadap keadaan yang berada di lingkungan sekitar.

Isu lingkungan bangunan sekitar menjadi permasalahan utama dalam bangunan, karena letaknya yang berada di area urban atau perkotaan. Semakin sedikit lahan hijau terbuka memberikan dampak negatif terhadap manusia dan bangunan. Dampak lingkungan dapat menghambat keberlanjutan suatu bangunan (Alfari, 2021). Berbagai cara dilakukan dengan renovasi bangunan, akan tetapi keterbatasan lahan yang semakin menipis tidak memungkinkan untuk dilakukan itu merupakan dampak dari *urban sprawl*.

Adaptive reuse merupakan solusi memecahkan masalah tersebut. *Adaptive reuse* dilakukan untuk dapat memberikan bangunan yang bermanfaat dan mudah dalam pemeliharannya (Savitri, 2021). Untuk itu diperlukan teknologi yang bisa membantu menyelesaikan permasalahan dalam kebisingan. Teknologi yang dapat memberikan manfaat lingkungan di masa yang akan datang dengan memberikan konsep hijau yang membantu dalam pemanfaatan SDA. *Green wall* menggunakan bahan yang ramah lingkungan berupa pemanfaatan media tanaman sebagai struktur dinding. Teknologi yang ringkas tanpa membutuhkan ruang tambahan dalam penerapannya (Alfari, 2021) (Odop, 2021). *Green wall* sebagai peredam kebisingan juga memberikan efek kesehatan bagi lingkungan sekitar.

Konsep penelitian dan perancangan yang dilakukan dapat membantu meningkatkan dan mengembalikan kualitas hidup di lingkungan perkotaan. Khususnya permasalahan yang timbul di dalam bangunan Masjid Baitul Hakim. Teknologi yang digunakan berupa penghijauan pada bangunan memberikan manfaat sebagai peredam kebisingan. Selain itu, membantu dalam penghematan energi, melestarikan keanekaragaman hayati (Azkorra, Perez, & Coma, 2015).

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah untuk pengembangan desain teknologi *green wall*:
Seperti apakah penerapan desain teknologi *green wall* mampu memperbaiki kebisingan ruang di Masjid Baitul Hakim?

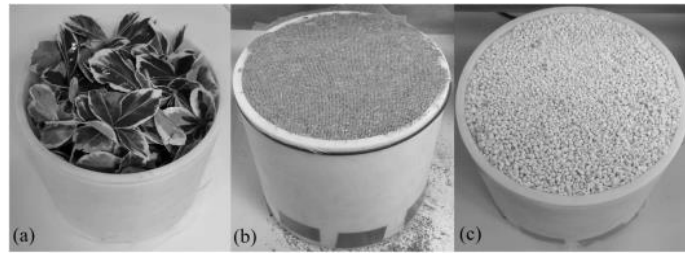
Tujuan

Tujuan dilakukan proses pengembangan desain untuk mengetahui kerja desain *green wall* dalam memperbaiki kinerja kebisingan dalam ruang masjid.

STUDI PUSTAKA

An optimal dimensioning method of a green wall structure for noise pollution reduction

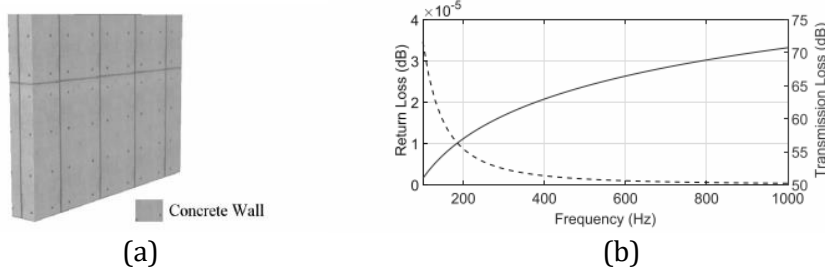
Penelitian di Jepang menemukan bahwa penggunaan dedaunan dari tanaman hias sebagai media tanam hijau pada dinding dapat meningkatkan kinerja bangunan. Tanaman tersebut adalah *eonymus japonicus* yang digantung dari batang kecil ke media struktur dinding. Ukuran daun sekitar 5 cm dengan lebar 3 cm. Hal yang menjadi pertimbangan memilih jenis tanaman ini berupa luasan daun per satuan volume dan sudut orientasi yang dominan terhadap gelombang suara yang datang. Semakin besar kerapatan luas daun dan semakin besar sudut dominan orientasi daun maka semakin tinggi pula nilai koefisien penyerapan akustik yang dapat dicapai. Untuk daun *eonymus japonicus* luas daun per satuan volume adalah 100m^{-1} dan sudut orientasi 43° . Nilai tersebut menguntungkan untuk membantu penyerapan suara (Attal, Dubus, Leblois, & Cretin, 2021).



Gambar 1 (a) daun *eonymus japonicus*, (b) *coir peat*, (c) *perlite*
 Sumber: Attal et all., 2021

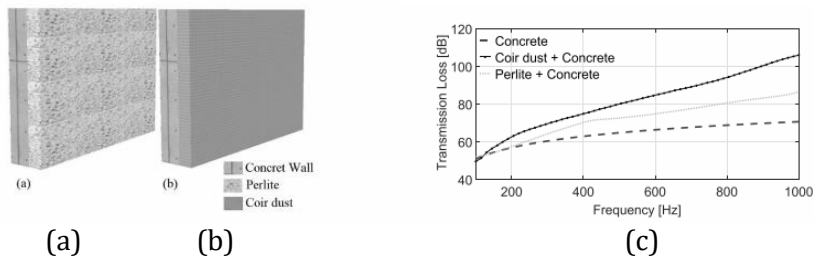
Bahan tambahan lainnya berupa *coir peat* atau serbuk sabut yang digunakan dengan persentase 70%. Bahan ini dipilih karena mengandung lignin dan tanin yang dapat membuat tanaman lebih tahan lama dan memperlambat dekomposisi. Selain *coir peat* ada bahan *perlite*, merupakan batu alam vulkanik yang mengandung silika. Berupa agregat lepas memiliki porositas ganda dan dapat menyerap air hingga 300% dari beratnya.

Bahan-bahan yang telah dipilih tersebut kemudian dipadukan dengan media dinding berupa beton atau semen dengan ketebalan 20 cm. Pemilihan material beton berguna mengendalikan pengembalian suara dari struktur. Karakteristik material beton memiliki kemampuan pengembalian suara yang kecil dibandingkan dengan udara. Pengujian terhadap dinding beton (Gambar 2) diperoleh hasil bahwa penyerapan suara naik dari 50 db untuk frekuensi 100 Hz hingga 71 db dengan frekuensi 1000Hz (Attal, Dubus, Leblois, & Cretin, 2021).



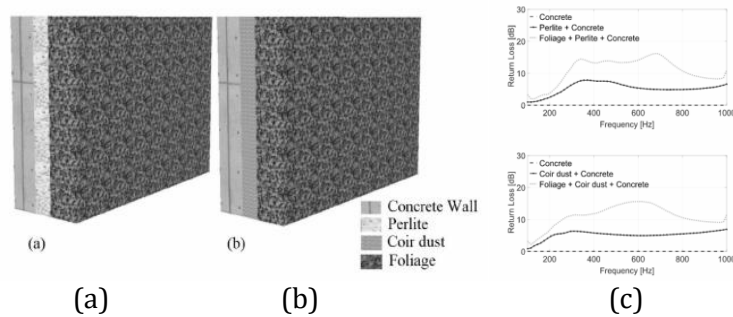
Gambar 2 (a) Beton, (b) Pengujian Suara Beton
 Sumber: Attal et all., 2021

Dari hasil pengujian bahwa diperlukan lapisan material lain agar nilai kebisingan tidak meningkat. Lapisan lainnya dapat berupa material dari pengumpulan bahan tadi. Berupa bahan *perlite* dan *coir dust* (Gambar 3a). Penggabungan material semen atau beton dengan *perlite* dari hasil pengujian didapat mampu menghasilkan nilai koefisien *transmission loss* antara 8 db-15 db (Gambar 3c). Untuk penggabungan material *concrete* dan *coir dust* menghasilkan koefisien nilai *transmission loss* 10-15 db.



Gambar 3(a) *Concrete* dan *Perlite*, 3(b) *Concrete* dan *Coir Dust*, 3(c) Pengujian
 Sumber: Attal et all., 2021

Setelah pemilihan material ditentukan, tahap selanjutnya penggabungan antar material yang dipilih dengan tanaman *eonymus japonicus* yang disusun secara rapat dan berurutan (Gambar 4a dan 4b).



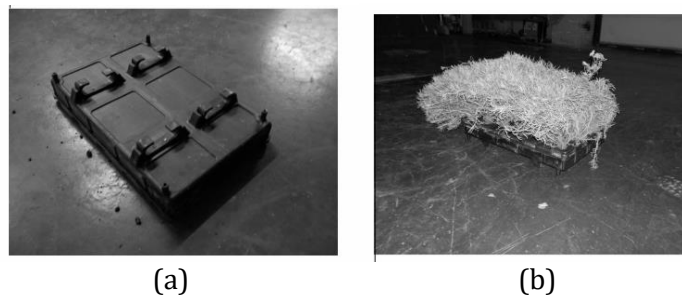
Gambar 4 (a) Concrete, Perlite, Daun (b) Concrete, Coir Dust, Daun (c) Hasil Pengujian
 Sumber: Attal et al., 2021

Ketebalan lapisan struktur dan tanaman yang digunakan 9,3 cm untuk lapisan perlite, 9,6cm untuk daun (Gambar 4a), dan lapisan *coir dust* tebal 7,3 cm dan daun tebal 9,7cm (Gambar 4b) Hasil pengujian diperoleh (Gambar 4c) untuk struktur (Gambar 4a dan Gambar 4b) nilai kebisingan 14 db dengan frekuensi 340 Hz dan 730 Hz, memberikan kenaikan 7db. Nilai Koefisien penyerapan suara tertimbang yang dihitung adalah 0,40db. Indeks reduksi suara yang dapat diperoleh 15db dengan koefisien penyerapan tersebut. Dapat disimpulkan bahwa dinding hijau memiliki potensi yang signifikan sebagai alat insulasi suara (Attal, Dubus, Leblois, & Cretin, 2021).

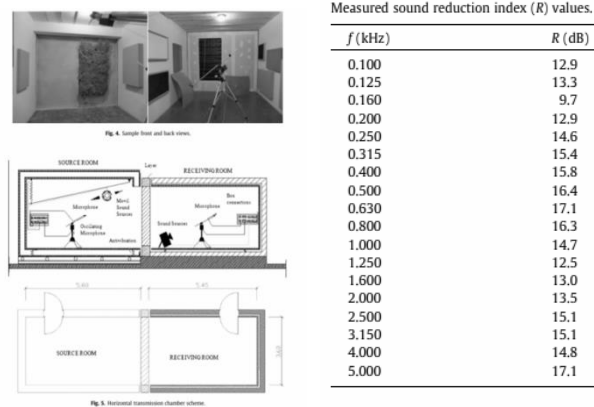
Kesimpulan yang dapat diambil tebal lapisan struktur yang dipilih dan dedaunan mempengaruhi tingkat koefisien nilai kebisingan. Satu lapisan (substrat) harus memberikan suara yang signifikan untuk mengurangi transmisi, sedangkan yang lain (daun), bertindak sebagai lapisan yang cocok untuk mengurangi daya akustik yang dikembalikan. Dedaunan *eonymus japonicus* dapat memberikan transmisi suara yang baik karena struktur dinding yang kaku (Attal, Dubus, Leblois, & Cretin, 2021).

Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings

Pada penelitian ini digunakan modul-modul kotak sebagai media tanaman. Media tanaman tersebut berupa material plastik daur ulang yang tahan terhadap radiasi matahari (Gambar 5a). Modul berukuran lebar 600mm dengan tinggi 400 mm dan tebal 3mm. Material daur ulang dari plastik membantu menahan penguapan air dari struktur tanaman nantinya, sehingga membantu pada penggunaan efisiensi air. Modul-modul kotak ini nantinya diisi tanaman-tanaman. Dibandingkan dengan metode *geotextile* penerapan *green wall* dengan metode ini memiliki kelebihan berupa penguapan yang lebih sedikit. Untuk tanaman yang digunakan berupa jenis rerumputan dan jenis tanaman hias (Azkorra, Perez, & Coma, 2015).



Gambar 5 (a) Modul Daur Ulang Plastik (b) Modul Diisi Tanaman
 Sumber: Azkorra et al., 2015

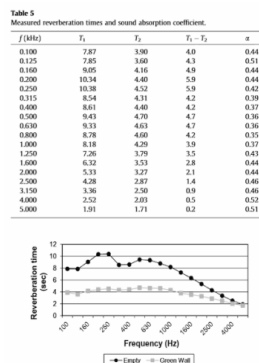


(a) (b)
Gambar 6 (a) Penerapan *Green Wall* (b) Hasil Pengujian
 Sumber: Azkorra et al., 2015

Dilakukan pengujian sistem isolasi untuk bangunan yang menerapkan *green wall* ini dengan standar UNE-EN ISO 10140-2, didapat (Gambar 6b):

- Kebisingan suara dapat berkurang dengan kisaran nilai 15db untuk penyebab suara bising dari kendaraan lalu lintas.
- Secara nilai tersebut metode ini sangat menjanjikan hanya perlu dilakukan pengembangan dan perbaikan dalam masalah sambungan antar modul. Dengan begitu nilai koefisien kebisingan berkurang 17 db untuk penyebab suara bising dari kendaraan lalu lintas.

Hasil pengujian menunjukkan waktu dengung di ruang kosong (T1) dan waktu dengung setelah menempatkan sampel di dalam ruang (T2) serta perbedaan antara 2 nilai (T1 dan T2) dapat terlihat pada gambar 7. Gambar tersebut menunjukkan nilai yang diperoleh untuk koefisien penyerapan suara pada frekuensi antara 0,100 dan 5000Hz. Nilai Koefisien penyerapan suara tertimbang yang dihitung adalah 0,40db. Indeks reduksi suara yang dapat diperoleh 15db dengan koefisien penyerapan tersebut. Dapat disimpulkan bahwa dinding hijau memiliki potensi yang signifikan sebagai alat insulasi suara (Azkorra, Perez, & Coma, 2015).



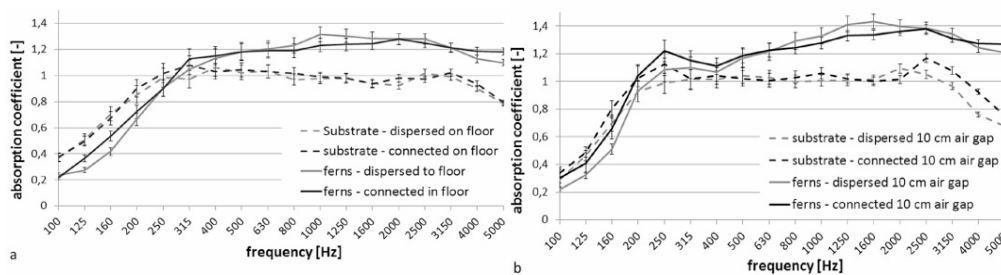
Gambar 7 Hasil Pengujian
 Sumber: Azkorra et al., 2015

More than just a green facades: the sound absorption properties a vertical garden with and without plants



Gambar 8 Modul Diisi Substrat dan Daun
Sumber: Davis et al., 2017

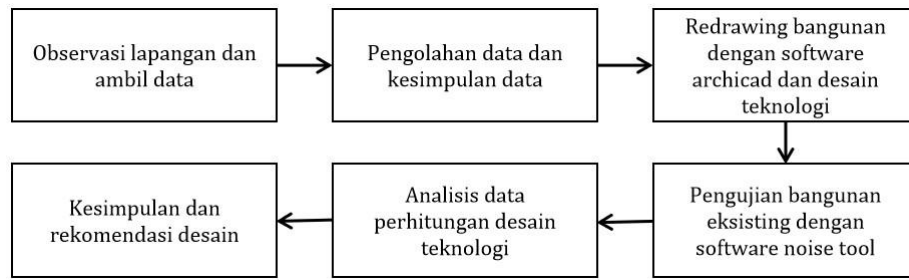
Modul taman vertikal setebal 10 cm dengan dimensi 0,45m². Terbuat dari mesh baja dengan bukaan 5 cm di bagian luar. Dengan pembungkus plastik halus di bagian dalam. Disi dengan campuran substrat tanah pot (50%), coco chips (33%) dan tanaman pakis (17%). Sebanyak 50 modul digunakan, yang berkorelasi dengan total luas permukaan 10.125m². Modul diatur dengan konfigurasi lantai ruang dengung yang disusun secara berurutan (Gambar 8) (Davis, Tenpierik, Ramirez, & Perez, 2017).



Gambar 9 Hasil Pengujian
Sumber: Davis et al., 2017

Hasil yang diperoleh peningkatan koefisien penyerapan suara dengan urutan yang sama untuk modul dengan tanah dan 90 pakis dalam modul 1,06x1,06 m² dari sekitar frekuensi 630 Hz dan seterusnya. Tanaman paku-pakuan ditanam dengan kerapatan yang sama untuk penelitian ini, yaitu 16 pakis per modul 0,45 x 0,45 m². Selama suara mencapai substrat di bawah tanaman, tanaman menambahkan peredam terima *viskos* untuk meningkatkan jumlah total gesekan dan dengan demikian penyerapan suara sistem. Koefisien penyerapan suara kejadian acak tertimbang dari modul yang ditanami dengan tanaman jenis pakis sama dengan 1,00. Ini berlaku untuk semua konfigurasi berbeda yang diuji. Koefisien penyerapan suara pada frekuensi rendah (100-315Hz), frekuensi menengah (400-1250 Hz) dan frekuensi tinggi (1600-5000 Hz) masing masing adalah 0,59-0,80, 1,00 dan 1,00. Hal ini membuat jenis substrat ini sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan peredaman suara (Davis, Tenpierik, Ramirez, & Perez, 2017).

METODE PENELITIAN



Gambar 10 Metode

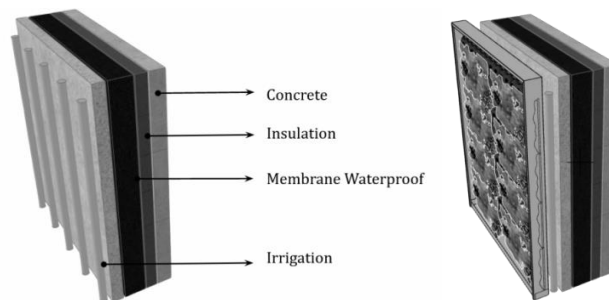
1. Lokasi Penelitian
Tempat penelitian dilakukan di Masjid Baitul Hakim yang terletak di Jl.Mayor Kusumanto, Klaten.
2. Instrumen Penelitian
Instrumen penelitian untuk merekam data lapangan dengan menggunakan kamera. Kamera untuk mendokumentasikan kondisi ruang termasuk material dalam bangunan.
3. Cara Pengumpulan Data dan Analisis Data
Pengambilan data dilakukan dengan metode observasi dan dokumentasi. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan aplikasi dan *software* pendukung.
4. Variabel

Tabel 1 Variabel Penelitian

Variabel	Parameter	Indikator
Kebisingan	Tekanan Suara	SNI 03-6368-2000 Standar ruang masjid 30db dan maksimum 35db Nilai absorpsi, transmisi, dan reduksi

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Konsep Material

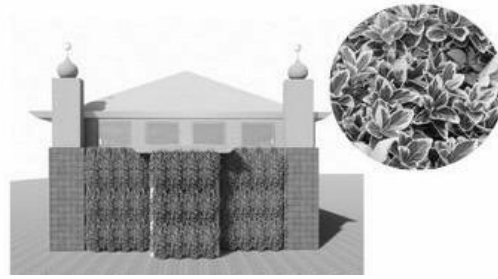


Gambar 11 Material

Merujuk kajian studi pustaka (Attal, Dubus, Leblois, & Cretin, 2021), pemilihan material yang akan menggantikan struktur dinding utama berupa dinding hijau (*green wall*) dengan susunan material penginsulasian yang baik (gambar 11) Setelah penyusunan material dinding yang dipilih dipasang tanaman yang dipilih (gambar 11).

2. Alternatif Desain

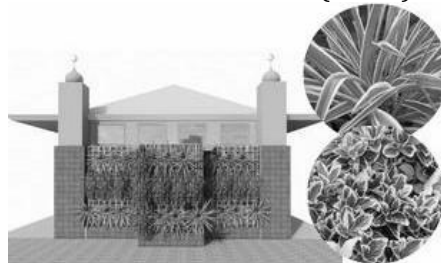
2.1 Alternatif 1 Semak Hijau (SH)



Gambar 12 Alternatif 1

Alternatif 1 SH menggunakan jenis tumbuhan semak hijau (eonymus japonicus), karena memiliki luas penampang lebar, tumbuhan tersebut mampu menghasilkan nilai penyerapan suara yang kecil. Selain itu, tanaman tersebut merupakan tanaman hias yang mudah ditemukan di Indonesia. Tanaman di gabungkan dengan material dinding yang telah disusun dengan media tanaman substrat.

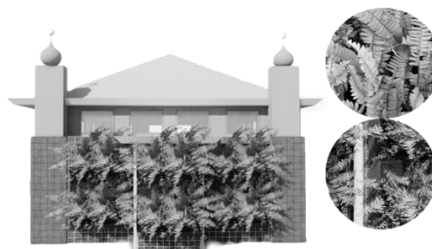
2.2 Alternatif 2 Tanaman Perdu dan Tanaman Hias (TPTH)



Gambar 13 Alternatif 2

Alternatif 2 TPTH tanaman perdu dan tanaman hias mampu menurunkan 9-12db tingkat kebisingan. Oleh karena itu, digunakan tanaman perdu berupa lili paris yang dipadukan dengan tanaman eonymus japonicus. Penyusunan tanaman digabungkan dengan material dinding yang telah disusun dengan media tanaman substrat.

2.3 Alternatif 3 Tanaman Pakis (TPk)



Gambar 14 Alternatif 3

Memberikan media tanam berupa susunan modul yang dan jenis tanaman yang dipakai berupa jenis paku-pakuan berupa tanaman pakis.

3. Diskusi

Menganalisis kinerja dari alternatif desain yang telah dibuat didasarkan dengan perhitungan:

3.1 Alternatif desain 1 SH dan 2 TPTH

a. Koefisien serap material

α lantai keramik: 0.01

α pintu alumunium: 0.03

α jendela alumunium: 0.03

$\alpha_{concrete} = 0,01$

$\alpha_{insulation} = 0.07$

$\alpha_{membran\ waterproof} = 0,13$

$\alpha_{gravel} = 0,08$

$\alpha_{tanaman} = 0.40$ menurut (Attal, Dubus, Leblois, & Cretin, 2021) (Azkorra, Perez, & Coma, 2015)

$\alpha = \sum \alpha \times S$

$\alpha = \frac{\alpha_1 \times s_1 + \alpha_2 \times s_2 + \dots}{s_1 + s_2 + s_3}$

$\alpha = \frac{0,01 \times 81 + 0,07 \times 81 + 0,13 \times 81 + 0,08 \times 81 + 0,40 \times 81 + 0,01 \times 176 + 0,03 \times 168 + 0,03 \times 96}{81 + 81 + 81 + 81 + 81 + 176 + 168 + 96}$

$\alpha = \frac{0,81 + 5,6 + 10,5 + 6,5 + 32,4 + 1,7 + 5 + 3}{845}$

$\alpha = 0.07$ Koefisien serap bunyi untuk material *green wall* beserta tanamannya 0.07

b. Nilai NR *eksisting*

NR = TL + 10 log (α/s)²

NR = 52 + 10 log (0.013/176)²

NR = 52 + 10 log (74)²

NR = 52 + 10 log 54,76

NR = 52 + 17,4

NR = 69,4 db

Nilai NR jika menggunakan *green wall* dipastikan mampu menghasilkan nilai lebih kecil dari *eksisting* yaitu 35db

TL = 10 log 1/t

$\alpha_{green\ wall} = 0.07$

S = 81m²

NR = 35db

c. Koefisien TL untuk *Green wall*

NR = TL + 10 log (α/s)²

35 = TL + 10 log (0.07/81)²

35 = TL + 10 log (0.0086)²

35 = TL + 10 log 0.0000739

35 = TL + (-41))

TL = 76db

Koefisien TL untuk *green wall* sebesar 76db

Kesimpulan:

Koefisien serap bunyi (α) sebesar 0.07

Koefisien *transmission loss* (TL) sebesar 76 db

dengan kemampuan *Noise reduction* 35db

3.2 Alternatif desain 3

a. Koefisien serap material

$\alpha_{lantai\ keramik} = 0.01$

$\alpha_{pintu\ alumunium} = 0.03$

$\alpha_{jendela\ alumunium} = 0.03$

$\alpha_{concrete} = 0,01$

α insulation = 0.07

α membran waterproof = 0,13

α gravel = 0,08

α tanaman = 1 menurut (Davis, Tenpierik, Ramirez, & Perez, 2017)

$\alpha = \sum \alpha \times S$

$\alpha = \frac{\alpha_1 \times s_1 + \alpha_2 \times s_2 + \dots}{s_1 + s_2 + s_3}$

$\alpha = \frac{0,01 \times 81 + 0,07 \times 81 + 0,13 \times 81 + 0,08 \times 81 + 1 \times 81 + 0,01 \times 176 + 0,03 \times 168 + 0,03 \times 96}{81 + 81 + 81 + 81 + 81 + 176 + 168 + 96}$

$\alpha = \frac{0,81 + 5,6 + 10,5 + 6,5 + 81 + 1,7 + 5 + 3}{845}$

$\alpha = 0.13$ Koefisien serap bunyi untuk material *green wall* beserta tanamannya 0.13

b. Nilai NR *eksisting*

NR = TL + 10 log (α/s)²

NR = 52 + 10 log (0.013/176)²

NR = 52 + 10 log (74)²

NR = 52 + 10 log 54,76

NR = 52 + 17,4

NR = 69,4 db

Nilai NR jika menggunakan *green wall* dipastikan mampu menghasilkan nilai lebih kecil dari *eksisting* yaitu 35db

TL = 10 log 1/t

α *green wall* = 0.013

S = 81m²

NR = 35db

c. Koefisien TL untuk *Green wall*

NR = TL + 10 log (α/s)²

35 = TL + 10 log (0.013/81)²

35 = TL + 10 log (0.0016)²

35 = TL + 10 log 0.000256

35 = TL + (-35))

TL = 70db

Koefisien TL untuk *green wall* sebesar 70db

Kesimpulan:

Koefisien serap bunyi (α) sebesar 0.13

Koefisien *transmission loss* (TL) sebesar 70 db

dengan kemampuan *Noise reduction* 35db

PEMBAHASAN

Parameter kinerja pengendalian suara kebisingan di dalam ruang dilihat berdasarkan 3 faktor, yaitu reduksi, transmisi, dan absorpsi. Berdasarkan kinerja kemampuan reduksi pada 3 alternatif 1 SH,2 TPTH, 3 TPk dihasilkan nilai sebesar 35 db.

Berdasarkan parameter koefisien serap bunyi dan koefisien transmisi bunyi dapat dijelaskan sebagai berikut. Pada alternatif 1 dan 2 yang terdiri dari susunan tanaman *eonymus japonicus* dan lili paris (tanaman perdu) menghasilkan nilai koefisien serap bunyi (absorpsi) 0,13 dan koefisien transmisi bunyi sebesar 76db. Sedangkan untuk alternatif ke 3 yang tersusun dari daun tanaman pakis menghasilkan nilai koefisien serap bunyi 0,07 dan

koefisien transmisi bunyi sebesar 70 db. Hal ini membuktikan jika koefisien transmisi alternatif 1 dan 2 nilainya lebih besar dibandingkan dengan alternatif ke 3.

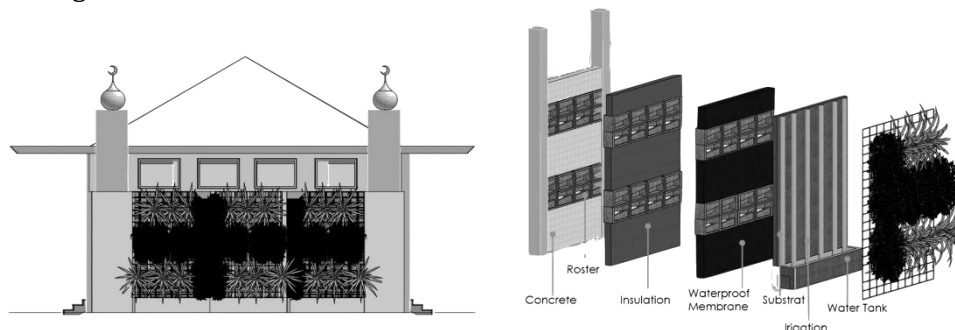
Nilai penyerapan alternatif 1 dan 2 lebih kecil dibandingkan dengan alternatif ke-3 karena susunan daun yang memiliki luas penampang yang berbeda. Untuk daun *eonymus* dan lili paris memiliki luas penampang yang lebih lebar daripada tanaman pakis. Semakin besar kerapatan luas daun maka semakin tinggi pula nilai koefisien penyerapan akustik yang dapat dicapai

Semakin besar nilai transmisi (TL) semakin besar pula bunyi yang dapat direduksi. Koefisien transmisi alternatif 1 dan 2 lebih besar dibandingkan alternatif 3, hal ini membuktikan bahwa alternatif 1 dan 2 lebih baik daripada alternatif 3. Hal ini dikarenakan jenis tanaman yang sebelumnya sudah pernah diuji dan menghasilkan nilai yang baik, struktur luas penampang yang lebar dan bentuk daun yang kaku sehingga mampu menghasilkan nilai transmisi yang besar.

Faktor jenis tanaman dengan susunannya, berpengaruh pada hasil kemampuan kinerja kebisingan (reduksi, transmisi, dan absorpsi). Luas penampang, bentuk daun, dan struktur lainnya.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

1. Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan disimpulkan bahwa *green wall* dengan semak hijau atau *green wall* dengan kombinasi tanaman perdu dan tanaman hias lebih baik daripada alternatif tanaman pakis.
2. Pada aspek penerapan desain, berdasarkan pertimbangan yang lebih komprehensif maka direkomendasikan *green wall* dengan kombinasi tanaman perdu dan tanaman hias untuk dikembangkan.



Gambar 15 Hasil Terpilih

DAFTAR PUSTAKA

- Alfari, S. (2021, October 15). *Vertical Garden, Solusi untuk Keterbatasan Lahan*. Retrieved from <https://www.arsitag.com/article/vertical-garden-solusi-taman-untuk-keterbatasan-lahan>
- Attal, E., Dubus, B., Leblois, T., & Cretin, B. (2021). An optimal dimensioning method of a green wall structure for noise pollution reduction. *Building and Environment*, 187.
- Azkorra, Z., Perez, G., & Coma, J. e. (2015). Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings. *Applied Acoustics*, 89, 46-56.

- Davis, M., Tenpierik, M., Ramirez, F., & Perez, M. (2017). More than just a Green Facade The sound absorption properties of a vertical garden with and without plants . *Building and Environment*, 116, 64-72.
- Ghoustonjiwani, A., Kusuma, R., & Yanuar , W. (2011). Teknologi Vertical Garden: Sustainable Design atau Hanya Sebuah Trend dalam Urban Life Style? *Seminar Nasional Life Architecture*.
- Mardiansjah, F., Handayani, W., & Setyono, J. (2018). Pertumbuhan Perkotaan dan Perkembangan Pola Distribusinya pada Kawasan Metropolitan Surakarta. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 6(3), 215-233.
- Odop, N. (2021, November 15). *VERTICAL GARDEN PADA BANGUNAN SEMPIT*. Retrieved from <http://artlinearsitek.com/2017/06/09/vertical-garden-pada-bangunan-sempit/>
- Savitri, M. (2021, October 31). *Apa itu "Adaptive Reuse"?* . Retrieved from <https://binus.ac.id/bandung/2021/07/apa-itu-adaptive-reuse/>
- Victoria, R. (2019). Analisis Penerapan Green Building pada Gedung Perkuliahan Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. *Repositori USU Skripsi Sarjana*.