

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu yang membahas tentang *Green Roof* telah dilakukan oleh berbagai peneliti dari berbagai negara maupun bidang dengan variasi pendekatan penelitian. Namun, konsep *Green Roof* mulai muncul di Indonesia baru beberapa tahun belakangan ini. Indonesia merupakan negara yang dilalui garis khatulistiwa dimana pada bulan-bulan tertentu Indonesia mengalami cuaca yang sangat panas. Dilihat dari fungsi dan manfaat *Green Roof* sendiri mampu mereduksi tingkat temperatur dalam ruangan, ketika musim kemarau, tumbuh-tumbuhan khas tropis Indonesia yang memang memerlukan panas melimpah juga dapat tumbuh dengan baik maka sangat disarankan untuk menerapkan konsep *Green Roof* tersebut. Beberapa konstruksi yang sudah menerapkan konsep *Green Roof* di Indonesia adalah Perpustakaan Universitas Indonesia dan Kampus PT Dahana merupakan gambar penerapan *Green Roof* di Indonesia (Y. Rahayu, 2020). Selain itu penelitian terkait *Green Roof* di negara lain juga dilakukan seperti, di Nanyang Technological University (NTU) yang merupakan salah satu universitas terkemuka berlokasi di pinggiran barat daya Singapura serta Bangunan Farming Kindergarten ini dijadikan sebagai prototype sekolah untuk edukasi *sustainable* di iklim tropis juga menjadi pilot project dari LOTUS yang merupakan *green building rating system* di Vietnam (Nur'aini, 2017). Dari beberapa penelitian di atas, adapun manfaat yang dirasakan adalah meningkatkan kualitas udara dan air, menjadi

area resapan air hujan, menyejukkan suhu ruangan, meningkatkan bangunan ekologi, mengurangi biaya pemeliharaan atap.

Teotónio et al., (2021) melakukan penelitian tinjauan sistematis yang dapat digunakan sebagai acuan untuk memetakan dan mengevaluasi pemanfaatan atap hijau dan dinding hijau secara ekonomi yang menggunakan database jurnal yaitu Web of Science dan Science Direct yang tersedia untuk mengidentifikasi mengenai aspek ekonomi atap hijau dan dinding hijau. Database yang terkumpul sebanyak 391 dokumen yang diterbitkan hingga akhir tahun 2019, kemudian melakukan filter (penyaringan) yaitu paper yang duplikat, dokumen yang tidak dapat diakses dieliminasi, dibatasi hanya dokumen yang Bahasa Inggris, kemudian jumlah dokumen berkurang menjadi 79 yang relevan dengan topik penelitian. Temuan keseluruhan menunjukkan bahwa infrastruktur ramah lingkungan seperti atap hijau dan dinding hijau lebih disukai dibandingkan alternatif konvensional. Dimond & Webb (2017), tentang pemilihan atap yang berkelanjutan: faktor lingkungan dan kontekstual dipertimbangkan dalam memilih sistem atap hijau atau sistem fotovoltaik surya, menggunakan database Science Direct, Avery indeks ke Majalah Arsitektur, dan Google Cendekia, kemudian di filter berdasarkan Bahasa Inggris, artikel jurnal peer review, khususnya fokus pada lima tahun terakhir, dikumpulkan melalui pencarian kata kunci, judul, kemudian dengan deskripsi abstrak sehingga menghasilkan 121 artikel dengan informasi yang relevan dengan penelitian tersebut. Temuan keseluruhan menunjukkan bahwa baik sistem atap hijau atau sistem fotovoltaik surya sama-sama memberikan

manfaat besar jika diimplementasikan secara luas sebagai bagian dari suatu jaringan. Dengan memfasilitasi perbandingan dalam dengan cara ini, upaya keberlanjutan dapat dikoordinasikan dengan lebih baik untuk meningkatkan kesesuaian dalam kondisi yang bervariasi dan unik untuk memaksimalkan efisiensi kinerja.

Berdasarkan tinjauan terhadap berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa meskipun memiliki banyak manfaat, implementasi *Green Roof* masih dihadapkan pada beberapa hambatan, seperti biaya awal yang tinggi, ketidaktahuan tentang mekanisme konstruksi atap hijau dan biaya pemeliharaan, dan lain lain, masih menghambat atap hijau di negara-negara berkembang. Salah satu tantangan terbesar dalam konstruksi atap hijau adalah salah satunya biaya konstruksi awal yang tinggi. Biaya atap hijau tergantung pada banyak faktor seperti lokasi, biaya tenaga kerja, jenis dan bahan atap hijau, dan lain lain. Area atap seluas 1795 m² di Washington, DC dan melaporkan bahwa biaya pemasangan atap hijau 27% lebih mahal daripada biaya pemasangan atap tradisional (Shafique et al., 2018).

B. LANDASAN TEORI

1. Konstruksi Berkelanjutan

Konstruksi berkelanjutan merupakan cara bagi industri konstruksi menuju tercapainya pembangunan berkelanjutan dengan mempertimbangkan isu-isu sosial, ekonomi, lingkungan dan budaya. Kebijakan untuk menerapkan konstruksi berkelanjutan pada penyelenggaraan infrastruktur masih belum dipahami dengan jelas sehingga mengakibatkan konsep konstruksi

berkelanjutan masih sulit diterapkan oleh perencana maupun pelaksana konstruksi infrastruktur. Pembangunan infrastruktur berbasis konstruksi berkelanjutan (*sustainable construction*) menjadi perhatian Pemerintah saat ini guna menciptakan konstruksi infrastruktur yang tidak hanya berkualitas tinggi namun berdampak pada keamanan dan kesehatan lingkungan serta pada peningkatan ekonomi dan kesejahteraan sosial. Sasaran ini berkaitan dengan peran produk infrastruktur dalam mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*); yaitu pembangunan yang mendorong generasi saat ini untuk mampu memenuhi kebutuhannya serta juga mampu mempersiapkan generasi mendatang memenuhi kebutuhan mereka kelak. Menurut D. Willar (2021), keterkaitan antara konstruksi berkelanjutan dan pembangunan berkelanjutan yaitu, pembangunan konstruksi yang mengintegrasikan lingkungan kerja yang sehat, efisiensi kerja dan kualitas hidup melalui efisiensi proses desain, pengadaan berkelanjutan, dan pelaksanaan konstruksi berkelanjutan. Komitmen, pengetahuan dan keterlibatan berbagai pemangku kepentingan industri konstruksi sangat penting untuk menghasilkan proyek yang mencerminkan upaya substansial dalam mewujudkan lingkungan yang lebih hijau. Konstruksi berkelanjutan merupakan cara bagi industri konstruksi menuju tercapainya pembangunan berkelanjutan dengan mempertimbangkan isu-isu sosial, ekonomi, lingkungan dan budaya. Kebijakan untuk menerapkan konstruksi berkelanjutan pada penyelenggaraan infrastruktur masih belum dipahami dengan jelas sehingga mengakibatkan konsep konstruksi

berkelanjutan masih sulit diterapkan oleh perencana maupun pelaksana konstruksi infrastruktur.

Pemerintah Indonesia melalui Peraturan Menteri PUPR No.21 Tahun 2021 telah mengatur konstruksi berkelanjutan pada penyelenggaraan infrastruktur bidang pekerjaan umum dan permukiman. Pengaturan tersebut mencakup langkah-langkah dan teknik penyelenggaraan infrastruktur disepanjang siklus hidup infrastruktur, meliputi tahapan perencanaan, pelaksanaan konstruksi, pemanfaatan serta pembongkaran, yang mempertimbangkan prinsip berkelanjutan. Peraturan lain yang terkait atau berhubungan dengan konstruksi berkelanjutan ini adalah Undang-Undang No 18 Tahun 2013 tentang Pencegahan dan Pemberantasan Perusakan Hutan, Undang-Undang No 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, Undang-Undang No 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan. Semua peraturan ini saling berkaitan satu dengan yang lain dalam lingkup konstruksi berkelanjutan.

Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) merupakan agenda global 2030. SDGs memuat 17 tujuan yaitu:

- a. Tanpa Kemiskinan
- b. Tanpa Kelaparan
- c. Hidup Sehat dan Sejahtera
- d. Pendidikan Berkualitas
- e. Kesetaraan Gender
- f. Air Bersih dan Sanitasi Layak

- g. Energi Bersih dan Terjangkau
- h. Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi
- i. Industri, Inovasi dan Infrastruktur
- j. Mengurangi Kesenjangan
- k. Kota dan Permukiman Lestari
- l. Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab
- m. Mengatasi Perubahan Iklim
- n. Ekosistem Laut
- o. Ekosistem Daratan
- p. Perdamaian, Keadilan dan Kelembagaan yang Kuat
- q. Kemitraan untuk Mencapai Tujuan

Dan 169 target untuk periode implementasi 2015-2030. Indonesia telah terlibat aktif dalam berbagai forum internasional dalam persiapannya SDGs, dan sejalan dengan perumusan SDGs di tingkat global, Indonesia juga telah melakukannya menyusun RPJMN 2015-2019, sehingga substansinya yang terkandung dalam SDGs sejalan dan merupakan penjabaran dari visi dan misi pemerintah. Berdasarkan hasil penelitian Ervianto (2015) menunjukkan bahwa Indonesia sedang fokus pada pembangunan konstruksi yang berwawasan lingkungan. Selain Indonesia, beberapa negara kategori sedang berkembang juga mempromosikan konstruksi berkelanjutan sesuai dengan urgensi masing-masing. Dengan melihat pentingnya substansi pengetahuan tentang tujuan berkelanjutan pembangunan, perlu disebarluaskan kepada semua orang, sehingga perlu dibangun khusus sistem

manajemen pengetahuan (KMS) tentang substansi SDGs dengan memanfaatkan platform revolusi industri 4.0 (J. Abbas, 2020).

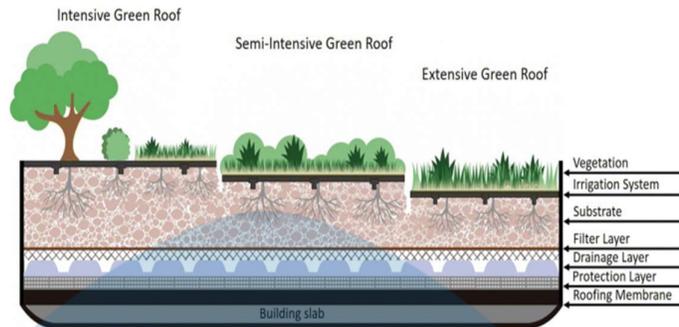
2. *Green Roof*

Menurut E. Damayanti (2019), *Green Roof* merupakan lapisan tanaman yang tumbuh di atas atap dimana berbagai pohon dan vegetasi pada *Green Roof* melindungi permukaan atap serta menghilangkan panas dari udara yang mengacu pada konsep ramah lingkungan. Konsep *Green Roof* sebenarnya merupakan turunan dari prinsip *sustainability* (keberlanjutan), yaitu kemampuan berbagai macam sumber daya di bumi ini berinteraksi dengan sistem budaya manusia dan ekonomi serta daya adaptasinya dalam menghadapi kondisi lingkungan yang terus berubah. Penerapan *Green Roof* sudah dilakukan di beberapa tempat di dunia, seperti di Singapura, Jepang, dan beberapa di negara maju lainnya. Dalam segi teknis diperoleh fakta bahwa penggunaan *Green Roof* dapat memberikan pengaruh terhadap desain bangunan dalam beberapa hal meliputi pembebanan, penyediaan ruang untuk penempatan lapisan *Green Roof*, sistem drainase, hingga masalah pengairan pada tanaman (E. Damayanti, 2019). Menurut Nadeeshani (2021), para ilmuwan telah memperhatikan metode pembangunan berkelanjutan, dan di bidang konstruksi bangunan juga, beberapa inovasi telah diajukan. Misalnya, konsep atap hijau adalah salah satunya yang dianggap sebagai metode yang layak terutama untuk mengurangi efek pulau panas perkotaan, untuk mendapatkan kembali ruang lahan yang hilang di kota-kota, dan untuk meningkatkan estetika di kota-

kota. *Green Roof* terbagi menjadi 3 (tiga) jenis berdasarkan tingkat perannya yaitu atap hijau intensif, atap hijau ekstensif, dan atap cokelat atau biodiversal (D. Apriyanti, 2018; Nur'aini et al., 2017):

- a. Atap hijau intensif, memiliki ketebalan lapisan media tanam lebih dari 20 cm. Media tanam yang digunakan pada jenis *Green Roof* ini adalah tanah yang subur dan mampu digunakan untuk menanam berbagai jenis vegetasi. Atap jenis ini biasanya diaplikasikan di atap rumah, bangunan, kampus, atau pun gedung pertunjukan.
- b. Atap hijau ekstensif, memiliki ketebalan kurang dari 15 cm. Atap ini tidak memerlukan media yang sangat subur, hanya memerlukan tanah yang semi subur untuk menanam rumput. Atap ini tidak digunakan untuk di injak karena lapisannya yang tipis.
- c. Atap coklat atau biodiversal, merupakan atap yang dibuat dengan sengaja untuk menumbuhkan tanaman liar. Atap ini dirancang sebagai atap modern yang mengedepankan kealamian suatu alam. Sehingga pada atap tersebut tidak hanya berisi tanah dan tanaman, tetapi berisi binatang seperti serangga dan binatang yang jarang diinginkan. Atap ini menggunakan media tanam berupa lapisan tanah yang tipis dan dilengkapi dengan pasir dan batu-batuan.

Berikut adalah tipe *Green Roof* yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 dan Tabel 2.1.



Gambar 2.1 Bagian memanjang dari setiap tipe *Green Roof*

Sumber: K. A. L. Dasuni, 2022.

Tabel 2.1 Jenis-Jenis *Green Roof*

Jenis Atap	Intensif	Semi-Intensif	Ekstensif
Tinggi	Lebih 20 cm	12-25 cm	6-20 cm
Berat	200-500 kg/m ²	120-200 kg/m ²	60-150 kg/m ²
Vegetasi	Pohon, tanaman herba, semak, belukar, rumput	Semak, belukar, rumput, tanaman herba	Rumput
Drainase	Lapisan terpisah	Lapisan terpisah	Tidak ada lapisan terpisah
Irigasi	Diperlukan	Diperlukan	Diperlukan
Aksesibilitas	Sering dapat diakses	Sebagian dapat diakses	Seringkali tidak dapat diakses
Pemeliharaan	Teratur	Berkala	Jarang

Sumber: K. A. L. Dasuni, 2022.

Menurut K. A. L. Dasuni (2022), intensif, semi intensif dan ekstensif merupakan tiga tipe utama atap hijau dimana tipe intensif memiliki media tumbuh paling tebal. Selanjutnya, tipe ekstensif dapat dianggap sebagai versi modifikasi dari taman atap awal dengan media pertumbuhan yang lebih tipis dan persyaratan perawatan minimum sementara semi-intensif jenis memiliki sifat menengah dan karakteristik dari kedua jenis lainnya.

Green Roof dianggap sebagai penerapan teknologi hijau yang nyaman untuk perkotaan peningkatan ruang hijau dan pencapaian berkelanjutan yang dapat mengatasi banyak masalah dan memberikan banyak manfaat. Manfaat tersebut dapat berkontribusi dalam pencapaian keberlanjutan ekonomi, sosial dan lingkungan (Rosasco dan Perini, 2019). Manfaat atap hijau sangat bergantung pada lokasi, fungsi bangunan, struktur atap dan jumlah lantai. Dari aspek ekonomi, potensi pengurangan biaya untuk *Green Roof* sebesar 0,17 USD/m² di bawah pengurangan biaya 50% skenario, dan 0,11 USD /m² di bawah skenario pengurangan biaya 35%, menghasilkan penghematan 209–298 USD /tahun. Dari aspek sosial, *Green Roof* dapat meningkatkan estetika bangunan dan memberikan kenyamanan (Cahyani, 2018). Dari aspek lingkungan, *Green Roof* memiliki potensi untuk menangkap limpasan air hujan sebesar 57% sedangkan untuk ekstensif 71,7%. Dalam penelitian Rahman (2013) yang berjudul “Kajian Konsumsi Energi Pada Atap Tumbuhan (*Green Roof*)” perbandingan antara atap konvensional dengan atap hijau yaitu, atap konvensional memiliki temperatur maksimum 39,7°C dan atap tumbuhan sebesar 30,7°C, Hasil lain

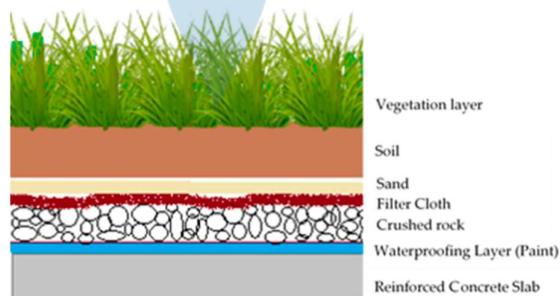
menunjukkan bahwa atap tumbuhan dapat mereduksi konsumsi energi tahunan sebesar 1652,042 kJ (51,4 %) dibandingkan atap konvensional. Adapun beberapa penelitian yang menunjukkan kontribusi nyata dari *Green Roof* dalam segi ekonomi, sosial dan lingkungan. Berikut adalah tabel manfaat *Green Roof* dari segi ekonomi, sosial dan lingkungan.

Tabel 2.2 Manfaat *Green Roof*

Aspek	Manfaat	Sumber
Ekonomi	Menghemat biaya dan energi, Memberikan keuntungan finansial bagi perusahaan.	Halwatura (2013), Apriyanti (2018), Nur Alam (2020), Nadeeshani (2021), Suyanto (2023).
Sosial	Sirkulasi udara yang baik, Kenyamanan dalam ruangan, Mampu meningkatkan <i>mood</i> orang, Daerah jauh lebih sejuk, Mampu meredam suara, Meningkatkan estetika bangunan, Membangun citra positif bagi pemilik dan pengguna bangunan terkait	Cahyani (2018), Apriyanti (2018), Nur Alam, S. R. (2020), Dasuni, K (2022), Nur'aini, R. D. (2017).

	respon terhadap isu sustainabilitas.	
Lingkungan	Mereduksi suhu udara, Menyerap air hujan, Menyaring polusi udara, Perluasan eko dan keanekaragaman hayati, Penghalang debu, Mengurangi level gas rumah kaca,	Halwatura (2013), Rahman, A. (2013), Pynkyawati (2015), Cahyani (2018), E. Damayanti (2019), Nur Alam (2020), T. Dasuni, K (2022).

Menurut Suyanto, I. R (2023), *Green Roof* adalah jenis atap yang umumnya terdiri dari beberapa lapisan penyusun utama, yaitu: lapisan tanaman (*vegetation layer*), media tanah (*growing medium*), lapisan penyaring (*filter membrane*), lapisan irigasi (*drainage layer*), penghalang akar (*root barrier*), isolasi termal (*thermal insulation*), penghalang uap (*vapor barrier*), struktur pendukung (*structural support*).



Gambar 2.2 Lapisan *Green Roof*

Sumber: Nadeeshani, M (2021).

Menurut Damayanti & Nugraha (2019), setiap lapisan *Green Roof* memiliki fungsi nya masing-masing yaitu: Pelat lantai beton berfungsi sebagai struktur atap, Membrane waterproofing berfungsi untuk mencegah air masuk ke plat beton, Drainase berfungsi untuk mengatur resapan air dan Tanah berfungsi sebagai media tanam.

3. Program Pengambilan dan Analisis Data

Pengambilan database akan menggunakan dua sumber data yaitu Scopus, dan Google Scholar. Kemudian data dianalisis menggunakan aplikasi VosViewer.

a. Scopus

Scopus adalah salah satu layanan indeksasi dan penyedia database atau pusat data jurnal yang berada di bawah naungan Elsevier, sebuah organisasi atau perusahaan penerbit publikasi ilmiah internasional yang berbasis di Amsterdam, Belanda, dan berdiri sejak 1880. Saat ini Scopus telah mengindeks lebih dari 22.000 judul artikel jurnal dari 5000 lebih penerbit. Sekitar 20.000 artikel yang terindeks merupakan artikel *peer reviewed* (Herawati, P, 2022). Kegunaan Scopus ialah mengaitkan semua artikel yang tersusun ke portal yang merupakan alat ukur prestasi peneliti di masing-masing negara. Scopus mempunyai sistem penilaian yang dinamakan Scrimago Journal Rank (SJR) untuk mengukur sebuah artikel ilmiah.

b. Google Scholar

Google Scholar adalah sebuah layanan pencarian akademik yang disediakan oleh Google. Ini memungkinkan pengguna untuk mencari dan mengakses literatur ilmiah, termasuk artikel jurnal, tesis, buku, laporan, dan sumber-sumber ilmiah lainnya. Tujuan utama Google Scholar adalah membantu peneliti, akademisi, mahasiswa, dan profesional dalam menemukan informasi ilmiah. Google Scholar memberikan informasi tentang jumlah sitasi yang diterima oleh artikel, memungkinkan pengguna untuk melihat pengaruh dan dampak suatu karya ilmiah dalam komunitas akademik. Google Scholar mencakup berbagai jenis sumber ilmiah, termasuk artikel jurnal, tesis, buku, laporan konferensi, dan banyak lagi. Ini membuatnya menjadi sumber informasi yang luas dan bervariasi.

c. VosViewer

Menurut Herawati, P, (2022), VosViewer adalah program komputer yang digunakan untuk memvisualisasikan peta bibliometrik. Fungsi text-mining dapat digunakan untuk memvisualisasikan suatu jaringan atau hubungan (co-relation) dalam suatu kutipan artikel. VOSViewer dapat menyajikan dan memvisualisasikan informasi khusus tentang peta grafik bibliometric sehingga lebih mudah untuk menafsirkan suatu hubungan atau jaringan (Jan Van Eck, 2010).

d. Covidence

Covidence adalah platform perangkat lunak yang dirancang dan pertama kali dirilis pada tahun 2013 untuk mendukung proses pengkajian sistematis atau tinjauan sistematis dalam konteks penelitian ilmiah. Covidence membantu peneliti atau tim penelitian dalam mengelola dan menyusun literatur yang relevan dengan mengotomatiskan beberapa langkah dalam proses pengkajian sistematis, yaitu: import referensi (RIS), penyaringan judul dan abstrak, ulasan *full text*, dan ekstraksi data.

