

PEMANFAATAN *GREEN ROOF* SEBAGAI RUANG TERBUKA HIJAU PADA REDESAIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LANCANG KUNING

Syaranni Amelia¹, Yose Rizal², Repi³

¹Syaranni Amelia, email: syrnniam@gmail.com

²Yose Rizal, email: yose@unilak.ac.id

³Repi, email: repi@unilak.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan sarana dan prasarana dengan penambahan program studi menyebabkan berkurangnya luasan ruang terbuka hijau di lingkungan Fakultas Teknik. Dalam pemenuhan ruang terbuka diperlukan perancangan green roof berbasis arsitektur eko futuristik dengan gagasan desain terkait orientasi, bentuk bangunan, media tanam, vegetasi, pengairan dan area sosial bagi mahasiswa. Adapun tujuan penelitian adalah merancang kembali ruang terbuka hijau yang berkurang akibat pembangunan baru fasilitas sarana dan prasarana di Fakultas Teknik. Dalam mencapai tujuan, metode penelitian yang digunakan metode kualitatif dengan teknik pengumpulan data primer dan sekunder. Penerapan perancangan green roof menunjukkan bahwa dapat dilakukan menambah persentase ruang terbuka hijau sebesar 10.3% dari luas lahan 13.174 m², sekaligus penambahan persentase bangunan sebesar 78%. Penerapan bentuk arsitektur eko futuristik dengan bentuk melengkung yang dapat mengekspresikan gaya dinamis, berani, fleksibel dan inovatif.

Kata kunci: *green roof, Fakultas Teknik, eko futuristic.*

Info Artikel:

Dikirim: 30 Agustus 2024; Revisi: 19 November 2024; Diterima: 30 Desember 2024; Diterbitkan: 31 Maret 2025



©2025 The Author(s). Published by Arsitekno, Architecture Program, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia under the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. PENDAHULUAN

Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning terletak di Jalan Yos Sudarso, KM. 08, Umban Sari, Kecamatan Rumbai, Kota Pekanbaru, Riau. Berdiri sejak tahun 1982, awalnya Fakultas Teknik memiliki tiga program studi yaitu Teknik sipil, Arsitektur, dan Teknik Elektro. Pada tahun 2022, Fakultas Teknik memiliki penambahan program studi yaitu Desain Interior dan Mekatronika, sehingga berkembang menjadi lima program studi yaitu Arsitektur, Desain Interior, Teknik Elektro, Mekatronika, dan Teknik Sipil. Penambahan program studi di Fakultas Teknik mengakibatkan meningkatnya kebutuhan sarana dan prasarana. Jika fasilitas perkuliahan tidak dirancang dengan baik dan tidak memenuhi standar kenyamanan manusia, maka dapat memengaruhi konsentrasi belajar [1]. Penambahan fasilitas perkuliahan akan berdampak pada berkurangnya area ruang terbuka hijau (RTH) yang disebabkan adanya aktivitas pembangunan baru di Fakultas Teknik.

Berkurangnya area ruang terbuka hijau, menjadi tantangan bagi Fakultas Teknik karena luas lahan eksisting yang terbatas. Seiring perkembangan zaman ilmu pengetahuan terus berkembang, perkembangan ini memunculkan prinsip bagi revitalisasi bangunan yang mengarah pada penanganan alam [2]. Diperlukan konsep pemikiran yang mengarah kemasa depan untuk mengatasi pembangunan yang memiliki area terbatas dengan kemajuan teknologi dan keberlanjutan integrasi alam.

Arsitektur ekologi adalah pembangunan yang mempertimbangkan lingkungan dengan mengoptimalkan potensi alam [3]. Penerapan konsep ekologi merupakan solusi untuk mengatasi permasalahan dengan mempertimbangkan hubungan timbal balik antara kehidupan alam dan keberlangsungan makhluk hidup [4]. Arsitektur futuristik merupakan arsitektur yang mengutamakan tampilan fasad yang mengarah ke masa depan dan tidak dipengaruhi oleh masa sebelumnya [5]. Futuristik adalah pemahaman kebebasan dalam mengeksperikan suatu gagasan atau ide kedalam suatu bentuk visual yang kreatif, tidak biasa, dan memiliki inovasi. Bentuk futuristik adalah sesuatu bentuk yang dinamis dan berubah – ubah sesuai zamannya dengan tetap memperhatikan fungsi dari objeknya [6]. Penerapan *green roof* merupakan salah satu cara mengimplementasikan RTH yang dapat memberikan efek positif bagi lingkungan Fakultas Teknik dengan konsep pemikiran masa depan tetapi tetap mempertimbangkan keberlanjutan alam sekitar. *Green roof* dapat menciptakan ekosistem lingkungan yang dapat mengefisiensi energi buatan dengan memanfaatkan kemajuan teknologi dan bentuk bangunan yang berani dan dinamis [7].

Green roof atau atap hijau merupakan strategi ruang terbuka yang menyediakan vegetasi pada atap untuk memberikan isolasi termal dari radiasi panas matahari dan menciptakan iklim mikro pada bangunan [8]. *Green roof* dengan nama lain yaitu *eco roofs*, *vegetated roof*, dan *living roof* ini memiliki manfaat menekan aliran air hujan, mengurangi kebisingan dan polusi udara serta melindungi ekosistem alam [9]. Manfaat lainnya dalam penggunaan *green roof* adalah dapat mereduksi panas dan meminimalisir penghawaan buatan, meningkatkan kualitas udara lingkungan sekitar, menciptakan kesan estetika, menciptakan habitat bagi makhluk hidup serta salah satu strategi program *green building* [10]. Penggunaan *green roof* juga merupakan inovasi yang melibatkan teknologi seperti dalam pengairan dan media tanam. Faktor yang mempengaruhi insulasi termal pada penggunaan *green roof* dipengaruhi oleh tebalnya media tanam dan pemilihan jenis vegetasi [8].

Pada penerapan *green roof* berbasis arsitektur eko futuristik dapat meningkatkan keberlanjutan ekosistem dengan tersedianya tumbuhan, air dan media tanam yang baik. Mengefisiensi energi dengan manfaat insulasi termal dapat menjadi estetika serta terintegrasi dengan alam dengan desain yang harmonis, karena adanya elemen alam seperti pohon, tanah, hewan liar dan lainnya [7]. Inovasi teknologi melibatkan teknologi canggih dalam sistem pengairan, sistem media tanam dan sistem struktur bangunan serta material bangunan [9]. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah merancang kembali RTH yang hilang akibat pembangunan baru tetapi tetap memenuhi fasilitas sarana dan prasarana di Fakultas Teknik dengan adanya penerapan *green roof*.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan metode kualitatif dengan teknik pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer meliputi observasi, wawancara dan studi dokumentasi sedangkan data sekunder meliputi sumber seperti jurnal, buku dan dokumen lainnya yang terkait dengan *green roof* [11]. Penelitian kualitatif adalah jenis penelitian yang deskriptif dan biasanya menggunakan analisis [12]. Memiliki sifat umum, fleksibel, dinamis dan dapat berkembang selama proses penelitian [12].

Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi terkait permasalahan dan potensi terhadap lokasi. Wawancara dengan pengguna bangunan dilakukan untuk mengetahui informasi terkait bangunan seperti kebutuhan pengguna terhadap bangunan. Studi dokumentasi dilakukan sebagai data penunjang penelitian dengan bukti riset.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi eksisting

Lokasi berada pada di area kompleks Universitas Lancang Kuning yang terletak jalan Yos Sudarso KM. 08, Umban Sari, Kecamatan Rumbai, Pekanbaru. Karakteristik tapak memanjang ke arah utara dan selatan, lahan memiliki area kontur atau kemiringan tanah curam yang turun dari jalan kompleks unilak sekitar kurang dari 2 meter dengan jenis tanah keras.

PEMANFAATAN GREEN ROOF SEBAGAI RUANG TERBUKA HIJAU PADA REDESAIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LANCANG KUNING



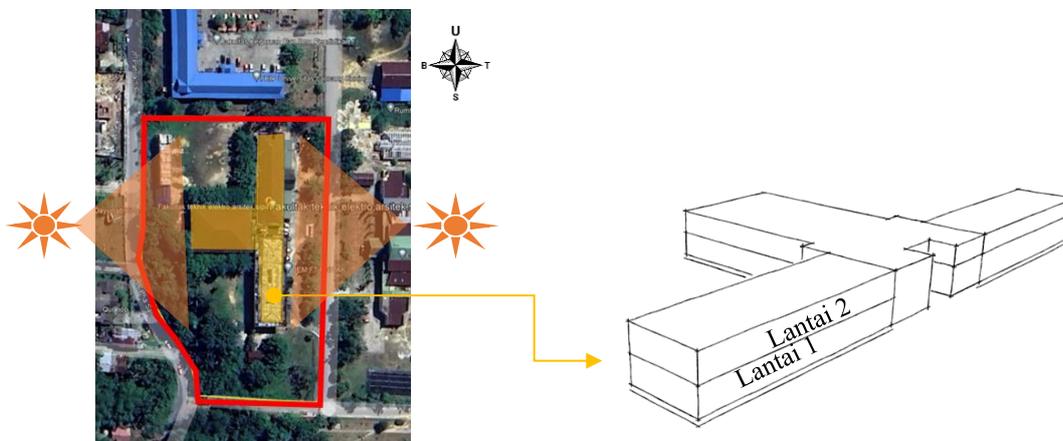
Gambar 1. Kondisi Kontur Lahan Fakultas Teknik

Lingkungan tapak berada di lingkungan pendidikan, pada bagian utara berbatasan dengan Fakultas Pendidikan, bagian timur berbatasan dengan Fakultas Pertanian, bagian selatan berbatasan dengan perpustakaan universitas, bagian barat berbatasan dengan jalan umum patria sari. Luasan tanah kawasan Fakultas Teknik adalah 13.174 m² (1.3174 ha) dengan luasan terpakai bangunan permanen 2392 m², maka masih terdapat 10.782m² (1.0782 ha) tersisa lahan terbuka yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan fasilitas Fakultas Teknik. Dalam memenuhi kebutuhan fasilitas sarana dan prasarana di Fakultas Teknik, membutuhkan bangunan baru untuk mewadahi fasilitas seperti ruang kelas, ruang praktek dan lainnya.



Gambar 2. Lokasi Eksisting dan Lingkungan Fakultas Teknik.

Kondisi eksisting tapak Fakultas Teknik memiliki bangunan berbentuk huruf T dengan jumlah 2 lantai yang berada di tengah tapak seperti pada gambar 2. Terdapat zona pada setiap lantai bangunan yaitu pada lantai 1 merupakan zona prodi Teknik Elektro dan Teknik Sipil, pada lantai 2 merupakan zona prodi Arsitektur, Dekanat, dan beberapa ruang kelas umum. Karakteristik orientasi bangunan menghadap ke arah timur dan barat. Terlihat pada gambar 3 – 5, kondisi lingkungan Fakultas Teknik tidak memiliki akses yang jelas, perkerasan tapak yang belum memadai, dan area parkir kendaraan yang masih tidak tertata.



Gambar 3. Kondisi Eksisting Posisi Bangunan.



Gambar 4. Kondisi Eksisting Perkerasan dan Akses Tapak.



Gambar 5. Kondisi Eksisting Landscape Tapak.



Gambar 6. Kondisi Eksisting Parkir Tapak.

Kondisi visual eksterior bangunan eksisting memiliki ciri khas atap melayu pada bagian atap *drop off* dan memiliki sirip-sirip sebagai pelindung bangunan dari sinar matahari langsung masuk ke bangunan. Pada eksterior eksisting bangunan terdapat *outdoor* unit AC yang menempel pada dinding bangunan mengakibatkan terganggunya estetika dan terdapat kerusakan pada cat pelapis bangunan.



Gambar 7. Kondisi Eksterior Bangunan Eksisting.

3.2. Penerapan *green roof* dengan arsitektur eko futuristik

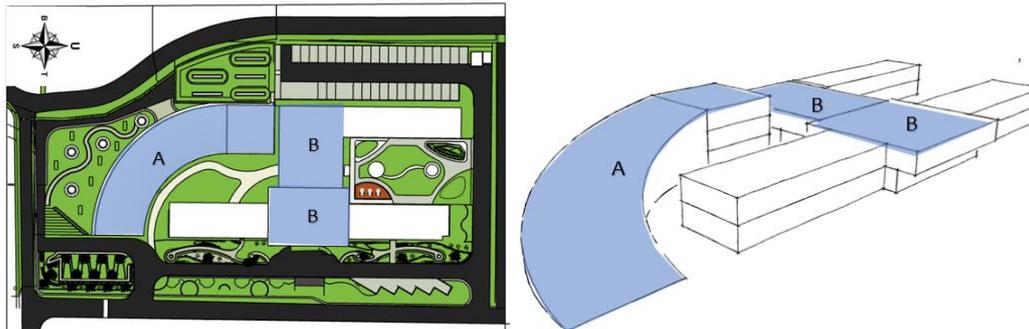
Hubungan penerapan *green roof* dengan arsitektur eko futuristik antara lain:

- Strategi untuk menggantikan ruang terbuka hijau yang hilang karena adanya bangunan baru di Fakultas Teknik.
- Sebuah strategi keberlanjutan sebagai salah satu penerapan konsep ekologi dengan memperbaiki kerusakan ekosistem dan lingkungan.
- Efisiensi energi dengan dapat mengurangi konsumsi energi buatan pada bangunan
- Estetika dan integrasi alam. Menciptakan lingkungan dengan kenyamanan visual dan sebagai relaksasi bagi pengguna.
- Sebagai inovasi teknologi dan bentuk bangunan yang mengekspresikan kebebasan.

Pada penerapan *green roof*, memiliki beberapa strategi desain yaitu strategi orientasi dan bentuk bangunan, strategi media tanam, strategi vegetasi, strategi pengairan dan strategi sosial sebagai acuan dalam merancang desain.

1. Strategi orientasi dan bentuk bangunan

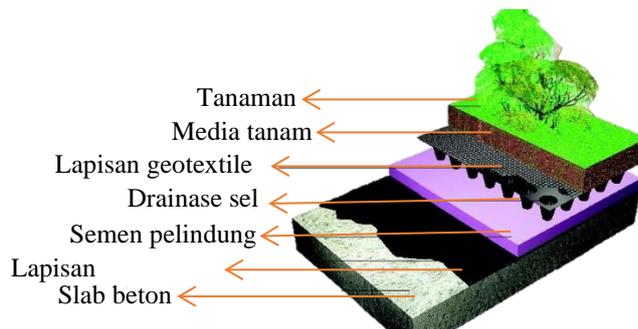
Penerapan *green roof* di rancang pada bangunan baru dan bangunan lama. Rancangan bangunan baru (bagian A) berbentuk melengkung untuk mendapatkan cahaya matahari yang maksimal, agar tanaman berfotosintesis dan sebagai strategi sirkulasi bangunan untuk dapat diakses serta menjadi estetika bagi Fakultas Teknik. Bentuk lengkung pada bangunan memberikan karakteristik pada tapak dan mereduksi sinar matahari bagian barat langsung terpapar ke bangunan. Gubahan massa bangunan baru dengan bentuk lengkung dirancang membentuk *ramp* agar dapat diakses dengan mudah dan menciptakan estetika bangunan yang menyatu dengan alam. Pada bangunan lama (bagian B) penerapan *green roof* sebagai insulasi termal pada bangunan terhadap suhu tinggi.



Gambar 8. Bentuk dan Gubahan Massa Fakultas Teknik.

2. Strategi media tanam

Green roof memiliki klasifikasi jenis berdasarkan penggunaan vegetasi dan lapisan perawatan yang digunakan dalam penerapannya salah satunya adalah *intensive garden*. *Intensive garden* merupakan *green roof* dengan pemilihan vegetasi yang memiliki ukuran besar seperti pohon tinggi dan bobot vegetasi yang berat. Ketebalan media *intensive garden* ini mencapai lebih dari 20 cm daripada jenis lainnya [9]. Pemilihan jenis akar pada vegetasi ini biasanya disarankan dengan vegetasi jenis akar serabut. Pemilihan ini bertujuan agar pertumbuhan akar tidak terlalu dalam. Penggunaan struktur pada *intensive garden* memerlukan struktur bangunan yang kuat agar dapat menahan beban dari lapisan *green roof*. *Intensive garden* biasanya terdiri dari lapisan slab beton, lapisan tahan air, semen pelindung, sel drainase, lapisan *geotextile*, media tanam dan tanaman. *Intensive garden* memiliki potensi yang lebih baik untuk insulasi, pengelolaan air hujan, dan pemanfaatan energi [7].



Gambar 9. Lapisan *Intensive Garden*.

Sumber: Adaptasi dari [8]

3. Strategi vegetasi

Pada strategi pemilihan tanaman ditetapkan kriteria tanaman yang akan digunakan. Kriteria vegetasi tanaman dalam pot dan taman atap bangunan menurut Pedoman Penyediaan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan Peraturan Menteri pekerjaan umum tahun 2008 adalah tanaman yang tidak berakar dalam sehingga dapat tumbuh dengan baik di dalam pot atau bak tanam, cenderung tahan terhadap kekurangan air, pertumbuhan dan perakaran batang tidak mengganggu struktur bangunan, tahan dan tumbuh dengan baik di suhu tinggi, pemeliharaan yang mudah [7].

4. Strategi pengairan

Gubahan massa lengkung yang membentuk *ramp* merupakan salah satu konsep strategi desain pengairan *green roof* dengan *surface irrigation*. *Surface irrigation* adalah metode penyiraman dimana air mengalir melalui bidang miring untuk membasahi bagian dalam tanah serta akar tumbuhan [9]. Dengan memiliki kemiringan dapat memudahkan proses penyiraman tanaman tanpa memerlukan banyak bantuan mesin. Selain itu, sistem pengairan dengan rancangan *furniture outdoor* yang dapat menyimpan cadangan air melalui panampungan air hujan juga digunakan untuk membantu penyiraman tanaman.

5. Strategi sosial

Tidak hanya dalam segi pengendalian termal bangunan, *green roof* juga menjadi strategi sosial bagi lingkungan Fakultas Teknik. Dengan menerapkan area-area berkumpul yang nyaman pada *green roof* merupakan strategi untuk wadah bagi mahasiswa saling berinteraksi dan berdiskusi dengan tetap dekat dengan alam tanpa harus keluar dari zona Fakultas Teknik.

3.3.Rancangan desain

Eksisting lahan Fakultas Teknik memiliki lahan tersisa 10.782m² (1.0782 ha) atau 82% dari lahan yang ada. Pemenuhan kebutuhan fasilitas Fakultas Teknik dengan penambahan bangunan baru, karena kondisi eksisting bangunan tidak memungkinkan untuk memenuhi kebutuhan perkembangan yang ada. Kondisi bangunan eksisting memiliki luasan 2392 m² atau 18% dan kebutuhan bangunan baru memiliki jumlah luasan bangunan 1881 m², sudah mencakup kebutuhan fasilitas Fakultas Teknik. Jumlah total luasan bangunan tanpa *green roof* menjadi 4273m². Hal ini menyebabkan kenaikan persentase bangunan di lahan Fakultas Teknik menjadi 78% tanpa adanya *green roof*.

Pada rancangan *green roof* terbagi menjadi 2 zona dengan total luasan sebesar 2.217 m². Adanya penerapan *green roof* total luasan ruang terbuka hijau menjadi 11.117 m² dan persentase ruang terbuka hijau mengalami kenaikan 10.3% dari luasan ruang terbuka hijau 10.782 m² yang tersisa dengan bangunan eksisting. Dengan adanya kenaikan persentase luasan ruang terbuka hijau ini telah berhasil mengembalikan dan menambah ruang terbuka hijau yang telah digunakan untuk penambahan bangunan baru. Penerapan ini bertujuan sebagai pemanfaatan mengembalikan ruang terbuka hijau yang sudah digunakan dan dapat mengembalikan kehidupan ekosistem semula. Berikut adalah tabel persentase besaran luasan tapak lantai dasar dan ruang hijau sebagai berikut:

Tabel 1. Persentase Luasan Tapak Lantai Dasar dan Ruang Terbuka Hijau.

Area tapak	Eksisting (m ²)	Redesain (m ²)	Persentase penambahan (%)
Lahan	13.174 m ²	13.174 m ²	0%
Bangunan	2392 m ²	4273 m ²	78%
Ruang terbuka hijau	10782 m ²	11.117 m ²	10.3%



Gambar 10. Perletakan 2 Zona *green roof* di Fakultas Teknik

Bentuk bangunan baru dengan penerapan *green roof* ini berbentuk melengkung dan memiliki kemiringan seperti *ramp*. Bentuk ini mengekspresikan gaya dinamis, berani, fleksibel dan inovatif yang terdapat pada arsitektur futuristic [13]. Bentuk pada bangunan baru ini dirancang minim penggunaan ornamen, simpel dan mengekspos material seperti penggunaan kaca dan baja pada pagar pengaman dan sirkulasi jalan pada *green roof*. Bentuk ini juga merupakan respon terhadap lingkungan yang memberikan kesan menyatu dengan alam sekitarnya.



Gambar 11. Rancangan Desain *Green Roof*.

Vegetasi berperan besar dalam ekosistem. Vegetasi digunakan pada Fakultas Teknik ini adalah vegetasi akar serabut yang tumbuh tidak terlalu dalam seperti pohon palm, pohon bougainville, tanaman rambat dan tanaman gantung, pohon kamboja serta semak dan tanaman pakis. Tanaman rumput yang digunakan sebagai *groundcover* dari *green roof* adalah rumput gajah dan bunga lantana ungu, rumput ini biasa digunakan dalam penerapan *green roof* [7]. Media tanam yang digunakan pada area *green roof* adalah 70 cm hingga 1.5cm. Pada bangunan bagian A menggunakan vegetasi dengan media tanam 70 cm dan pada bangunan bagian B menggunakan vegetasi dengan media tanam 1.5cm. Ketinggian media tanam pada bangunan bagian B bermanfaat sebagai pembatas area untuk meningkatkan keamanan pengguna.



Gambar 12. Rancangan Vegetasi pada *Green Roof*.

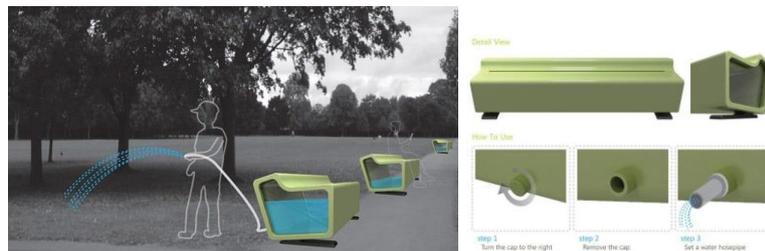


Gambar 13. Rancangan Vegetasi pada *Green Roof*.

Sistem pengairan pada *green roof* menggunakan irigasi permukaan (*surface irrigation*), sistem ini mengalirkan air dari permukaan tinggi ke rendah. Maka dari itu, bentuk bangunan yang membentuk *ramp* cocok digunakan dalam penerapan *green roof*. Selain sistem irigasi ini, sistem penampungan air dirancang menggunakan resevoir yang difungsikan menjadi tempat duduk di *green roof*. Sistem penampungan ini akan menampung air hujan lalu disimpan di dalam tempat duduk melalui proses penyaringan sehingga dapat digunakan sebagai alternatif penyiraman vegetasi pada *green roof*. Penempatan tempat duduk sebagai resevoir air ini diletakkan beberapa titik untuk mencukupi kebutuhan penyiraman seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 14. Sistem Pengairan pada *Green Roof*.



Gambar 15. Gagasan Pengumpulan Air sebagai Alternatif Penyiraman.

Desain *green roof* dirancang memiliki fungsi aksesibilitas agar dapat dan mudah diakses. Akses ini dirancang dengan sirkulasi ramp bermaterial *perforated metal* dan material *hand railing* jaring kawat. Material *perforated metal* dipilih agar tetap bisa meresapkan air ke tanah, lebih ringan dan lebih ramah lingkungan. *Perforated metal* merupakan logam yang dapat didaur ulang kembali tanpa mengurangi kualitas produk selanjutnya [14]. Kemiringan ramp dirancang dengan perbandingan ketinggian 1:12 untuk memenuhi kenyamanan pengguna sesuai dengan PP RI nomor 16 Tahun 2021. Pada pinggiran sirkulasi *ramp* ditanami pohon peneduh dan penggunaan pagar pembatas untuk keamanan para pengguna. Aksesibilitas dirancang dengan mengekspos material dan menggunakan material *perforated metal* yang ramah lingkungan sebagai bentuk dari gaya futuristik.



Gambar 16. Rancangan Aksesibilitas pada *Green Roof*



Gambar 17. Rancangan Aksesibilitas pada *Green Roof*.

Adanya *green roof* dengan penggunaan area duduk yang nyaman dapat menciptakan kegiatan yang saling bersosialisasi terhadap satu sama lain. Penggunaan tempat duduk ditujukan agar mahasiswa dapat bertukar pikiran satu sama lain tidak hanya di dalam ruangan tetapi juga dapat berinteraksi dengan alam. Jadi penerapan *green roof* ini, tidak hanya untuk menambah ruang terbuka hijau saja tetapi *green roof* juga memiliki aktivitas.



Gambar 18. Rancangan Fasilitas Furnitur pada *Green Roof*.

4. KESIMPULAN

Perancangan kembali Ruang Terbuka Hijau di lingkungan Fakultas Teknik akibat pembangunan baru fasilitas sarana dan prasarana perlu dilakukan, salah satunya berfungsi untuk mereduksi panas dan meminimalisir penghawaan buatan serta meningkatkan kualitas udara di lingkungan kampus. Untuk menyelesaikan masalah yang ada maka dirancang kembali Ruang Terbuka Hijau. Penerapan *green roof* dengan strategi desain yaitu (1) Orientasi mengarah ke barat dapat mereduksi sinar matahari, bentuk melengkung agar mendapatkan cahaya matahari maksimal (2) Media tanam menerapkan *intensive garden* (3) Vegetasi jenis tanaman yang tidak berakar dalam (4) Pengairan menggunakan metode *surface irrigation* (5) Aspek sosial menciptakan area berkumpul mahasiswa. Hasil penerapan *green roof* dapat memenuhi kebutuhan fasilitas ruang terbuka hijau dengan kenaikan persentase 10.3%, kenaikan persentase bangunan sebesar 78%. Dengan penerapan konsep *green roof* tidak hanya berfungsi sebagai pemanfaatan untuk mengembalikan ruang terbuka hijau tetapi juga dapat memenuhi fungsional ruang yang dibutuhkan. Penggunaan *green roof* pada Fakultas Teknik dapat menjadi estetika bangunan yang menyatu dengan alam pada kawasan Universitas Lancang Kuning. Dengan adanya *green roof* ini membuktikan sebuah ruang terbuka hijau tidak hanya berada di daratan tanah namun ruang terbuka hijau dapat diterapkan di atas bangunan dan menjadi solusi bagi keterbatasan ketersediaan lahan, konsumsi energi dan pengendalian termal ruang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Syadiah dan V. Dea Wibowo, "Hubungan fasilitas fisik perkuliahan terhadap kenyamanan kuliah mahasiswa Universitas Matana-Tangerang," *Jurnal Ilmiah Penelitian MarKa*, vol. I, hlm. 7–14, Feb 2018.
- [2] M. Rachmawati, J. Prijotomo, J. Arsitektur, dan I. Surabaya, "Pelestarian alam dalam arsitektur: Masalah dan usulan pemecahannya," *Jurnal Bumi Lestari*, vol. 10, no. 2, hlm. 341–351, 2010.

- [3] Rinaldi, Y. Rizal, dan W. Masrul, “Perancangan kawasan mangrove untuk ecotourism di Pulau Rupa dengan pendekatan arsitektur ekologi,” *Januari*, vol. 11, no. 1, hlm. 23–32, Jan 2024, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.unilak.ac.id/index.php/arsitektur>
- [4] L. Sholehuddin, “Ekologi dan kerusakan lingkungan dalam persepektif Al-Qur’an,” *Jurnal Al-Fanar*, vol. 4, no. 2, hlm. 113–134, Agu 2021, doi: 10.33511/alfanar.v4n2.113-134.
- [5] B. Richard dan J. Roosandriantini, “Penerapan arsitektur futuristik dan fungsionalis pada bangunan Museum Le Grande Louvre,” *Kolaborasi Jurnal Arsitektur*, vol. 2, no. 2, hlm. 48–57, Nov 2022.
- [6] M. Fauzi, T. Sundari, dan B. Samra, “Pekanbaru science and technology center dengan pendekatan arsitektur futuristik berbasis teknologi tTinggi,” *Jurnal Teknik*, vol. 13, no. 2, hlm. 136–144, Okt 2019.
- [7] W. K. Wardhani, I. R. Suyanto, dan S. A. Azzahra, “Review: Potensi manfaat aplikasi Green Roof,” Apr 2022.
- [8] N. L. Latifah, *Fisika bangunan 1*. Jakarta: Griya Kreasi, 2015.
- [9] Y. Rahayu, “Analisis konsep Green Roof dan permodelan desain sederhana,” *Vitruvian Jurnal Arsitektur Bangunan dan Lingkungan*, vol. 10, no. 1, hlm. 53, Okt 2020, doi: 10.22441/vitruvian.2020.v10i1.007.
- [10] R. D. Nur’aini, “Analisis konsep green roof pada kampus School of Art, Design and Media NTU Singapore dan perpustakaan UI Depok,” *NALARs*, vol. 16, no. 2, hlm. 161, Jul 2017, doi: 10.24853/nalars.16.2.161-168.
- [11] M. A. Pangestiningrum, D. E. Wardani, dan D. Irnawan, “Revitalisasi Benteng Vastenburg dengan pendekatan arsitektur monumental di Surakarta,” *Journal of Architecture and Built Environment*, vol. 3, no. 2, hlm. 44–51, Des 2021.
- [12] E. M. Ratnaningtyas dkk., *Metodologi penelitian kualitatif*. 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.researchgate.net/publication/370561417>
- [13] F. Faturrahman dan W. Aqli, “Kajian konsep arsitektur futuristik pada bangunan konvensi: Setia City Convention Centre,” *Jurnal Linears*, vol. 4, no. 1, hlm. 29–35, Jun 2021, doi: 10.26618/j-linears.v4i1.5192.
- [14] V. Mironovs, J. Kuzmina, D. Serdjuks, Y. Usherenko, dan M. Lisicins, “Sustainable lifecycle of perforated metal materials,” 1 April 2023, *MDPI*. doi: 10.3390/ma16083012.