

# Perencanaan Ruang Gersang sebagai Taman Edukasi Dekarbonisasi dan Ruang Perokok Ramah Lingkungan di Universitas Annuqayah

Aditya Dandy Firatama<sup>1\*</sup>, Raihan Firdaus<sup>2</sup>, Efendi Pratama Putra<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Transformasi Digital, Universitas Annuqayah, Sumenep

<sup>\*)</sup>[adityadandi11@gmail.com](mailto:adityadandi11@gmail.com)

## Abstract

This study analyzes the determinants of the academic community's ecological participation and formulates a design for an integrated decarbonization educational park with a smart smoking area as a strategy to mitigate the carbon footprint at Annuqayah University, using a sequential explanatory mixed-methods approach through a survey of 60 respondents and interviews with 10 informants. PLS-SEM analysis indicates that all constructs are valid and reliable (AVE 0.579–0.655; CR > 0.70), with structural results showing that perceptions of carbon footprint have the most dominant influence on ecological participation ( $\beta = 0.234$ ;  $p < 0.000$ ), followed by decarbonization awareness ( $\beta = 0.173$ ;  $p = 0.003$ ), environmental comfort ( $\beta = 0.121$ ;  $p = 0.012$ ), and visual perception of space ( $\beta = 0.069$ ;  $p < 0.000$ ). Qualitative findings revealed three main issues: limitations in the comfort of open spaces, weak implementation of decarbonization, and ecological participation that remains largely potential, confirming the dominance of cognitive factors over physical ones in driving ecological behavior. Based on these findings, an educational park featuring carbon-absorbing vegetation and a smart smoking area that processes cigarette butts into natural pesticides was designed as an ecological-educational intervention to enhance thermal comfort, environmental literacy, and participation activation toward a contextual and replicable low-carbon campus model.

**Keywords:** Education Park, Environmentally friendly, Smart Smoking Area, Low Carbon Campus

## Abstrak

Penelitian ini menganalisis determinan partisipasi ekologis sivitas akademika serta merumuskan desain taman edukasi dekarbonisasi terintegrasi *smart smoking area* sebagai strategi mitigasi *carbon footprint* di Universitas Annuqayah menggunakan pendekatan *mixed methods* sekuensial eksplanatori melalui survei terhadap 60 responden dan wawancara pada 10 informan. Analisis PLS-SEM menunjukkan seluruh konstruk valid dan reliabel (AVE 0,579–0,655; CR > 0,70), dengan hasil struktural yang mengindikasikan bahwa persepsi terhadap *carbon footprint* berpengaruh paling dominan terhadap partisipasi ekologis ( $\beta = 0,234$ ;  $p < 0,000$ ), diikuti kesadaran dekarbonisasi ( $\beta = 0,173$ ;  $p = 0,003$ ), kenyamanan lingkungan ( $\beta = 0,121$ ;  $p = 0,012$ ), dan persepsi visual ruang ( $\beta = 0,069$ ;  $p < 0,000$ ). Temuan kualitatif mengungkap tiga isu utama, yaitu keterbatasan kenyamanan ruang terbuka, lemahnya implementasi dekarbonisasi, dan partisipasi ekologis yang masih bersifat potensial, yang menegaskan dominasi faktor kognitif dibanding fisik dalam mendorong perilaku ekologis. Berdasarkan temuan tersebut, dirancang taman edukatif berbasis vegetasi penyerap karbon dan *smart smoking area* yang mengolah puntung rokok menjadi pestisida alami sebagai intervensi ekologis-edukatif untuk meningkatkan kenyamanan termal, literasi lingkungan, dan aktivasi partisipasi menuju model *low carbon campus* yang kontekstual dan replikatif.

**Kata Kunci:** Taman Edukasi, Ramah Lingkungan, *Smart Smoking Area*, *Low Carbon Campus*

## PENDAHULUAN

Komitmen global terhadap pengurangan emisi karbon dituangkan dalam *Paris Agreement 2015* yang mendorong negara-negara untuk mencapai *Net Zero Emission* pada tahun 2050 (United Nation, 2015). Indonesia sebagai salah satu penandatangan kesepakatan tersebut berkomitmen menurunkan emisi sebesar 31,89% secara mandiri dan 43,20% dengan dukungan internasional pada tahun 2030 (KLHK, 2022). Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2025–2029 dan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) menempatkan pengembangan ruang hijau, efisiensi energi, dan inovasi ramah lingkungan di sektor pendidikan sebagai strategi penting menuju pembangunan rendah karbon (Bappenas, 2025). Namun demikian, sebagian besar kampus di Indonesia masih menghadapi keterbatasan dalam penerapan konsep *green campus* secara menyeluruh, terutama dalam pengukuran dan pengurangan *carbon footprint* dari aktivitas harian sivitas akademika (Gholami *et al.*, 2020; Ridhosari and Rahman, 2020; Muzayyinah *et al.*, 2024).

Universitas Annuqayah, sebagai institusi berbasis nilai pesantren, memiliki potensi besar untuk menjadi model *eco-pesantren campus* yang memadukan aspek spiritualitas, sosial, dan ekologi dalam kehidupan akademik. Namun observasi awal menunjukkan bahwa sebagian area fakultas di kampus ini masih gersang, minim vegetasi peneduh, dan memiliki suhu mikro yang cukup tinggi, terutama pada siang hari. Kondisi tersebut tidak hanya menurunkan kenyamanan termal dan estetika visual, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan *carbon footprint* kampus. Minimnya vegetasi berarti berkurangnya serapan karbon dioksida secara alami, sementara peningkatan suhu mendorong penggunaan pendingin ruangan yang lebih intensif, yang pada akhirnya memperbesar konsumsi energi dan emisi karbon (Yang *et al.*, 2023).

Masalah lingkungan ini diperparah oleh belum adanya zona perokok khusus yang dikelola dengan baik di lingkungan kampus. Perilaku merokok yang menyebar di area publik tidak hanya mencemari udara dan menimbulkan ketidaknyamanan sosial, tetapi juga menghasilkan limbah puntung rokok yang mencemari tanah dan air (Shah, Bhatt

and Soni, 2023; Nurwijayanti and Shofura Nida Khansa, 2024). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa limbah puntung rokok yang mengandung nikotin dan alkaloid dapat dimanfaatkan sebagai bahan pestisida alami setelah melalui proses ekstraksi (Gudeta, K and Ratnam, 2021; Moroz *et al.*, 2021). Inovasi ini akan menjadikan masalah sosial dapat diubah sebagai peluang ekologis melalui pendekatan *smart smoking area* yakni area khusus perokok yang ramah lingkungan dan produktif dalam mengelola limbahnya.

Penelitian terdahulu lebih banyak menyoroti konsep *green campus* secara umum tanpa mengintegrasikan pengukuran dan mitigasi *carbon footprint* ke dalam desain taman edukatif. Penelitian oleh (Alnusairat *et al.*, 2022; Duan *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2025) membuktikan bahwa peningkatan vegetasi di kampus dapat menurunkan suhu mikro dan meningkatkan kesehatan mental mahasiswa. Namun, penelitian tersebut masih terbatas pada aspek fisik dan teknis, tanpa mengintegrasikan dimensi sosial-perilaku, kesadaran dekarbonisasi, atau pengukuran *carbon footprint*. Selain itu, belum ada penelitian yang secara langsung menggabungkan pendekatan dekarbonisasi dengan inovasi sosial seperti *smart smoking area* yang memanfaatkan limbah rokok untuk kepentingan ekologis.

Kesenjangan tersebut dapat diatasi pada penelitian ini. Hal tersebut berlandaskan pada teori Behavioral Environmental Model, Stern (2000) yang menjelaskan bahwa sikap dan kesadaran lingkungan berpengaruh terhadap perilaku ekologis individu. Teori ini dipadukan dengan pendekatan *Low Carbon Landscape Design* di lingkungan kampus yang menekankan pentingnya tata ruang hijau dan vegetasi sebagai strategi mitigasi karbon dan peningkatan kualitas lingkungan (Tonietto *et al.*, 2021; Yang and Ye, 2022).

Penelitian ini tidak hanya berupaya mengidentifikasi hubungan antara variabel sikap dan perilaku, tetapi juga merancang solusi konkret berupa Taman Edukasi Dekarbonisasi dan *Smart Smoking Area* Ramah Lingkungan. Taman ini dirancang untuk menjadi ruang edukatif yang memperkenalkan konsep pengurangan *carbon footprint* melalui vegetasi penyerap karbon, sistem drainase alami, dan pemanfaatan material lokal. Di dalamnya akan terdapat *Smart Smoking Area* (SSA) sebagai zona inovatif yang memanfaatkan puntung rokok hasil daur ulang menjadi pestisida alami untuk pemeliharaan tanaman taman. Selain mengurangi dampak limbah, SSA ini juga berfungsi sebagai media sosialisasi perilaku merokok yang terkendali dan bertanggung jawab terhadap lingkungan.

Sebagai langkah awal dalam mewujudkan inovasi tersebut, diperlukan identifikasi lokasi yang strategis dan representatif untuk pengembangan taman edukasi dan area perokok ramah lingkungan di lingkungan kampus. Lokasi yang dipilih berada di area gedung fakultas, yang saat ini masih memiliki lahan terbuka dan minim vegetasi. Area ini dinilai potensial karena memiliki akses yang mudah dijangkau oleh mahasiswa serta dapat diintegrasikan dengan konsep edukasi lingkungan dan dekarbonisasi kampus. Dengan demikian, area tersebut akan difungsikan tidak hanya sebagai ruang hijau yang mendukung kenyamanan visual dan ekologi, tetapi juga

sebagai sarana pembelajaran dan pengelolaan limbah puntung rokok secara berkelanjutan.



Gambar 1. Lokasi Taman Edukasi Dekarbonisasi dan Ruang Perokok Ramah Lingkungan  
Sumber: Google Earth (2026)

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi model pengembangan *low carbon campus* yang dapat direplikasi di perguruan tinggi lain di Indonesia. Universitas Annuqayah dipilih sebagai lokasi penelitian karena karakteristik sosial dan geografisnya yang khas, dengan iklim tropis kering dan intensitas radiasi matahari tinggi sepanjang tahun (BMKG, 2024), menjadikannya ideal untuk penerapan taman hijau berbasis vegetasi peneduh dan sistem ventilasi alami. Dari sisi sosial, nilai-nilai pesantren yang melekat dalam budaya universitas dapat memperkuat dimensi moral dan spiritual dari pendidikan lingkungan, menjadikan taman ini bukan hanya elemen fisik, melainkan simbol kesadaran ekologis yang hidup.

Penggabungan analisis ilmiah dan pendekatan sosial pada penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi nyata dalam mengurangi *carbon footprint* kampus, memperkuat literasi lingkungan, serta menciptakan desain taman yang berkelanjutan dan kontekstual. Hasil penelitian ini akan menghasilkan rancangan desain taman edukatif berbasis dekarbonisasi dan *smart smoking area* yang mendukung pencapaian visi *Net Zero Campus Initiative* di Indonesia, sekaligus memperkuat peran Universitas Annuqayah sebagai pelopor *eco-pesantren campus* yang harmonis antara ilmu, iman, dan kelestarian alam.

## METODE

Penelitian ini menggunakan paradigma pragmatis dengan pendekatan metode campuran (*mixed methods*) model sekuensial eksplanatori, yang memadukan kekuatan analisis kuantitatif dan kedalaman refleksi kualitatif. Pendekatan ini dipilih agar hasil pengukuran empiris mengenai perilaku ekologis sivitas akademika dapat dipahami secara lebih komprehensif melalui pengalaman dan makna personal terhadap lingkungan kampus.

Tahap kuantitatif dilakukan terlebih dahulu dengan metode *survey research* terhadap 60 responden yang terdiri atas mahasiswa, dosen, dan tenaga kependidikan di Universitas Annuqayah. Instrumen penelitian berupa kuesioner berskala *Likert* 1 – 4, mencakup lima variabel utama yaitu persepsi visual ruang kampus,

kenyamanan lingkungan, kesadaran dekarbonisasi, partisipasi ekologis, dan persepsi terhadap *carbon footprint*. Data dianalisis menggunakan perangkat lunak *SmartPLS 4*, dengan uji validitas konstruk melalui *Outer Loading* dan *Average Variance Extracted (AVE)*, serta reliabilitas melalui *Composite Reliability* dan *Cronbach's Alpha*. Model struktural diuji menggunakan nilai *path coefficient* dan  $R^2$  untuk mengidentifikasi faktor dominan yang memengaruhi perilaku ekologis dan keterlibatan sivitas akademika dalam kegiatan dekarbonisasi kampus.

Tahap kualitatif dilakukan setelah analisis statistik untuk memperdalam temuan kuantitatif. Pendekatan fenomenologi digunakan melalui wawancara semi-terstruktur terhadap 10 informan yang mewakili berbagai kelompok pengguna ruang kampus. Analisis data dilakukan dengan metode *Colaizzi* melalui proses reduksi, kategorisasi tematik, dan validasi makna.

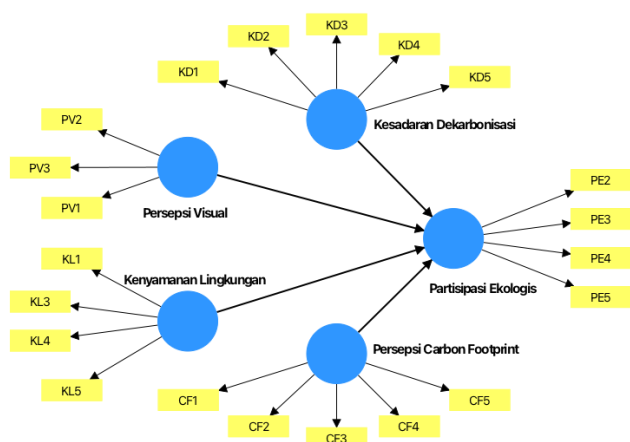
Kedua hasil penelitian ini diintegrasikan pada tahap perancangan terapan, yaitu pembuatan desain Taman Edukasi Dekarbonisasi dan *Smart Smoking Area*. Perancangan taman edukasi dekarbonisasi dan smart smoking area mengacu pada pedoman Permen PUPR No. 05/PRT/M/2008 tentang penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka hijau, serta SNI 03-1733-2004 mengenai tata cara perencanaan lingkungan. Desain rancangan akan divisualisasikan menggunakan perangkat lunak *SketchUp*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Riset ini mencakup dua pembahasan, yakni hasil kuantitatif dan hasil kualitatif sebagaimana berikut:

### HASIL DAN PEMBAHASAN KUANTITATIF

Untuk menjelaskan hubungan antarvariabel dalam penelitian ini, digunakan model struktural berbasis *Partial Least Square-Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Model tersebut menggambarkan keterkaitan antara persepsi visual ruang kampus, kenyamanan lingkungan, kesadaran dekarbonisasi, serta persepsi terhadap *carbon footprint* terhadap partisipasi ekologis sivitas akademika. Bentuk model konstruk penelitian disajikan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram Konstruk  
Sumber: *SmartPLS 4*

Tahap awal analisis dilakukan melalui pengujian validitas dan reliabilitas konstruk guna memastikan bahwa setiap indikator penelitian mampu merepresentasikan variabel laten secara tepat dan konsisten. Pengujian ini meliputi nilai *outer loading*, *Cronbach's Alpha*, *Composite Reliability (CR)*, *Average Variance Extracted (AVE)*, dan *Variance Inflation Factor (VIF)*. Hasil pengujian *construct reliability* dan *validity* disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. *Construct Reliability and Validity*

Konstruk	Item	Loadings	Weights	CA	CR (a)	CR (c)	AVE	VIF
Persepsi terhadap Carbon Footprint	CF1	0.80	0.211					2.607
	CF2	0.84	0.254					3.066
	CF3	0.80	0.272	0.86	0.866	0.898	0.639	1.929
	CF4	0.81	0.208					2.294
	CF5	0.74	0.312					1.586
Kesadaran Dekarbonisasi	KD1	0.73	0.277					1.640
	KD2	0.7	0.235					1.461
	KD3	0.78	0.259	0.81	0.831	0.872	0.579	1.957
	KD4	0.7	0.216					1.739
	KD5	0.89	0.318					2.701
Kenyamanan Lingkungan	KL1	0.73	0.195					1.788
	KL3	0.78	0.295	0.83	0.868	0.883	0.655	1.812
	KL4	0.84	0.326					2.156
	KL5	0.87	0.402					2.151
	Partisipasi Ekologis	PE2	0.83	0.321				
Persepsi Visual Ruang Kampus	PE3	0.85	0.388	0.80	0.821	0.870	0.627	1.869
	PE4	0.70	0.289					1.348
	PE5	0.78	0.259					1.728
Persepsi Visual Ruang Kampus	PV2	0.75	0.454					1.225
	PV3	0.71	0.275	0.70	0.701	0.813	0.592	1.402
	PV1	0.84	0.552					1.344

Sumber: Hasil Analisis Data (2026)

Hasil uji validitas konstruk menunjukkan bahwa seluruh variabel laten dalam model telah memenuhi kriteria *convergent validity* sebagaimana direkomendasikan dalam pendekatan PLS-SEM. Nilai *outer loading* setiap indikator umumnya berada di atas ambang batas 0,70, meskipun beberapa indikator seperti KD2, KD4, dan PE4 berada pada batas minimum yang masih dapat diterima dalam studi bersifat eksploratif. Nilai loading yang relatif tinggi pada konstruk Persepsi terhadap *Carbon Footprint* (rentang 0,74–0,84) mengindikasikan bahwa indikator-indikator yang digunakan memiliki kemampuan representatif yang kuat dalam merefleksikan kesadaran sivitas akademika terhadap dampak aktivitas karbon di lingkungan kampus. Tingginya kontribusi indikator tersebut mengisyaratkan bahwa isu jejak karbon telah terinternalisasi secara kognitif dan afektif, sehingga berpotensi menjadi determinan

penting dalam mendorong transformasi ruang berbasis dekarbonisasi.

Reliabilitas konstruk menunjukkan konsistensi internal yang memadai hingga sangat baik pada seluruh variabel laten. Nilai *Cronbach's Alpha* berkisar antara 0,70 hingga 0,86, sedangkan nilai *Composite Reliability* (baik rho<sub>a</sub> maupun rho<sub>c</sub>) seluruhnya melampaui ambang batas 0,70. Konstruk Persepsi terhadap *Carbon Footprint* menunjukkan tingkat reliabilitas tertinggi (CA = 0,86; CR = 0,898), yang menegaskan stabilitas instrumen dalam mengukur konstruk tersebut secara konsisten. Konstruk Persepsi Visual Ruang Kampus memiliki nilai reliabilitas yang relatif lebih rendah dibandingkan konstruk lainnya, namun tetap berada dalam kategori dapat diterima. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa jumlah indikator yang terbatas tidak secara signifikan mengurangi kemampuan konstruk dalam merepresentasikan persepsi visual pengguna terhadap ruang kampus.

Nilai *Average Variance Extracted* (AVE) pada seluruh konstruk melampaui ambang batas 0,50, dengan rentang nilai antara 0,579 hingga 0,655. Kondisi ini menunjukkan bahwa lebih dari setengah varians indikator mampu dijelaskan oleh konstruk laten yang diukur. Konstruk Kenyamanan Lingkungan memiliki nilai AVE tertinggi, yang mengindikasikan bahwa dimensi kenyamanan merupakan aspek yang paling konkret dan mudah diobservasi oleh responden dalam konteks ruang terbuka kampus. Konstruk Kesadaran Dekarbonisasi menunjukkan nilai AVE terendah, namun tetap memenuhi kriteria validitas konvergen. Karakteristik konstruk yang lebih abstrak dan berbasis kognitif menjadi salah satu faktor yang memengaruhi variasi persepsi responden terhadap indikator-indikator yang diukur.

Tabel 2. Pengujian Hipotesis (*Path Coefficients, T-Statistic Values, dan P-Values*)

Hipotesis	β	M	STDEV	T	Confidence Interval		P-value
					2.5%	97.5%	
H <sub>1</sub> KL- > PE KD	0.121	0.124	0.048	2.525	0.034	0.221	0.012
H <sub>2</sub> > PE CF	0.173	0.170	0.059	2.947	0.057	0.284	0.003
H <sub>3</sub> > PE PV	0.234	0.233	0.057	4.083	0.122	0.347	0.000
H <sub>4</sub> > PE	0.069	0.070	0.026	2.614	0.123	0.019	0.000

Sumber: Hasil Analisis Data (2026)

Keterangan: KL: Kenyamanan Lingkungan; KD: Kesadaran Dekarbonisasi; CF: Persepsi terhadap Carbon Footprint; PV: Persepsi Visual Ruang Kampus; PE: Partisipasi Ekologis Sivitas Akademika

Evaluasi terhadap multikolinearitas menunjukkan bahwa seluruh indikator memiliki nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) di bawah ambang batas 5. Mayoritas nilai VIF bahkan berada di bawah 3, yang mengindikasikan tidak adanya masalah kolinearitas yang signifikan antar indikator dalam satu konstruk. Kondisi ini

memastikan bahwa setiap indikator memberikan kontribusi unik dalam menjelaskan variabel laten tanpa adanya redundansi informasi yang berlebihan.

Temuan ini mengonfirmasi bahwa model pengukuran yang dikembangkan memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang memadai untuk digunakan dalam analisis struktural lanjutan. Konstruksi variabel seperti persepsi visual ruang, kenyamanan lingkungan, kesadaran dekarbonisasi, partisipasi ekologis, serta persepsi terhadap jejak karbon terbukti mampu merepresentasikan fenomena perilaku ekologis sivitas akademika secara komprehensif. Validitas konstruk yang kuat memberikan landasan empiris yang kokoh untuk menguji hubungan kausal antar variabel dalam konteks perencanaan taman edukasi dekarbonisasi dan pengembangan *smart smoking area* berbasis prinsip keberlanjutan.

Hasil pengujian hipotesis (table 2) menunjukkan bahwa seluruh jalur struktural dalam model memiliki pengaruh positif terhadap partisipasi ekologis sivitas akademika (PE), dengan tingkat signifikansi yang berbeda-beda. Nilai *path coefficient* (β), *t-statistic*, dan *p-value* mengindikasikan bahwa keempat hipotesis yang diajukan dapat diterima secara empiris. Interpretasi ini memberikan gambaran bahwa faktor persepsi dan kesadaran lingkungan memiliki peran penting dalam mendorong keterlibatan ekologis di lingkungan kampus.

Pengaruh Kenyamanan Lingkungan (KL) terhadap PE menunjukkan nilai koefisien sebesar 0,121 dengan *t-statistic* 2,525 dan *p-value* 0,012. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa kenyamanan lingkungan memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap partisipasi ekologis. Interval kepercayaan (0,034–0,221) yang tidak melintasi nol semakin memperkuat signifikansi hubungan ini. Temuan ini menegaskan bahwa kondisi lingkungan fisik yang nyaman seperti ketersediaan ruang terbuka yang teduh, bersih, dan fungsional dapat meningkatkan kecenderungan individu untuk terlibat dalam aktivitas ekologis.

Pengaruh Kesadaran Dekarbonisasi (KD) terhadap PE menunjukkan koefisien sebesar 0,173 dengan *t-statistic* 2,947 dan *p-value* 0,003. Hubungan ini bersifat positif dan signifikan, dengan interval kepercayaan (0,057–0,284) yang sepenuhnya berada pada nilai positif. Temuan ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi kesadaran individu terhadap pentingnya pengurangan emisi karbon, semakin besar pula kecenderungan mereka untuk berpartisipasi dalam aktivitas ekologis. Kesadaran dekarbonisasi berfungsi sebagai faktor kognitif yang mendorong perubahan perilaku menuju praktik yang lebih berkelanjutan.

Pengaruh Persepsi terhadap *Carbon Footprint* (CF) terhadap PE merupakan yang paling kuat di antara seluruh variabel, dengan nilai koefisien sebesar 0,234, *t-statistic* 4,083, dan *p-value* < 0,001. Interval kepercayaan (0,122–0,347) menunjukkan hubungan yang stabil dan signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa pemahaman individu terhadap dampak jejak karbon memiliki kontribusi paling dominan dalam meningkatkan partisipasi ekologis. Persepsi yang kuat terhadap konsekuensi lingkungan dari

aktivitas sehari-hari mendorong individu untuk mengambil tindakan nyata dalam mendukung inisiatif dekarbonisasi.

Pengaruh Persepsi Visual Ruang Kampus (PV) terhadap PE menunjukkan koefisien sebesar 0,069 dengan *t-statistic* 2,614 dan *p-value* < 0,01. Meskipun signifikan, besaran pengaruhnya relatif kecil dibandingkan variable lain. Interval kepercayaan yang dilaporkan menunjukkan inkonsistensi urutan (0,123–0,019), namun signifikansi statistik tetap tercapai berdasarkan nilai *t-statistic* dan *p-value*. Temuan ini mengindikasikan bahwa aspek visual ruang kampus seperti estetika, tata hijau, dan desain lanskap memiliki kontribusi terhadap partisipasi ekologis, namun tidak sekuat faktor kesadaran dan persepsi terhadap dampak karbon.

Hasil ini menunjukkan bahwa variabel berbasis kognitif, khususnya persepsi terhadap *carbon footprint* dan kesadaran dekarbonisasi, memiliki pengaruh yang lebih dominan dibandingkan variabel berbasis fisik seperti kenyamanan dan persepsi visual. Kondisi ini mengindikasikan bahwa transformasi perilaku ekologis tidak hanya bergantung pada kualitas fisik lingkungan, tetapi juga pada tingkat pemahaman dan kesadaran individu terhadap isu keberlanjutan. Implikasi praktis dari temuan ini menekankan pentingnya integrasi strategi edukasi lingkungan dalam perencanaan taman dekarbonisasi dan *smart smoking area*, sehingga tidak hanya berfungsi sebagai ruang fisik, tetapi juga sebagai media pembelajaran yang mampu membentuk kesadaran ekologis secara berkelanjutan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN KUALITATIF

Analisis kualitatif dalam penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan fenomenologi dengan metode *Colaizzi* untuk mengungkap makna pengalaman hidup (*lived experiences*) sivitas akademika terhadap ruang terbuka kampus, kesadaran dekarbonisasi, dan partisipasi ekologis. Proses analisis dimulai dari identifikasi pernyataan signifikan hasil wawancara, dilanjutkan dengan formulasi makna, pengelompokan ke dalam kluster tema, hingga penyusunan deskripsi tematik yang komprehensif.

Tabel 3. *Thematic Findings Based on Colaizzi Phenomenological Analysis*

No	Pernyataan Penting	Makna yang Dibentuk	Pengelompokan Tema	Penjelasan Tema yang Lengkap
1	Ruang terbuka kampus belum nyaman digunakan untuk belajar atau beraktivitas	Ruang belum mendukung aktivitas produktif dan interaksi sosial	Keterbatasan fasilitas dan kenyamanan ruang terbuka	Ruang terbuka belum mampu memenuhi kebutuhan fungsional dan psikologis pengguna, sehingga membatasi keterlibatan ekologis secara optimal
2	Fasilitas seperti tempat duduk dan	Ketersediaan fasilitas fisik tidak memadai	Keterbatasan fasilitas dan kenyamanan ruang terbuka	Minimnya fasilitas mengurangi intensitas

	area diskusi masih kurang			pemanfaatan ruang serta menurunkan kualitas interaksi sosial dan akademik
3	Kondisi kampus terasa panas dan minim area teduh	Ketidaknyamanannya termal menjadi hambatan utama	Keterbatasan fasilitas dan kenyamanan ruang terbuka	Kondisi iklim mikro yang tidak nyaman menghambat pengalaman positif pengguna terhadap ruang terbuka
4	Informasi tentang pengurangan emisi karbon masih jarang ditemukan	Edukasi dekarbonisasi belum terdistribusi dengan baik	Ketidakterhubungan antara kesadaran dan implementasi dekarbonisasi	Kurangnya akses informasi menyebabkan kesadaran tidak berkembang menjadi pemahaman yang mendalam
5	Program pengurangan jejak karbon belum dirasakan dampaknya	Implementasi kebijakan tidak terlihat nyata	Ketidakterhubungan antara kesadaran dan implementasi dekarbonisasi	Terdapat kesenjangan antara kebijakan institusional dan pengalaman nyata sivitas akademika
6	Sosialisasi program lingkungan masih terbatas	Komunikasi ekologis belum efektif	Ketidakterhubungan antara kesadaran dan implementasi dekarbonisasi	Lingkungan kampus belum berfungsi sebagai media edukasi kontekstual yang berkelanjutan
7	Keterlibatan dalam kegiatan lingkungan masih rendah	Partisipasi ekologis bersifat pasif	Partisipasi ekologis yang laten dan belum teraktivasi	Partisipasi belum menjadi praktik kolektif yang terinternalisasi dalam kehidupan kampus
8	Sivitas akademika jarang terlibat langsung dalam pengurangan jejak karbon	Perilaku ekologis belum menjadi kebiasaan	Partisipasi ekologis yang laten dan belum teraktivasi	Rendahnya keterlibatan menunjukkan kurangnya stimulus lingkungan yang mendorong aksi nyata
9	Ada keinginan untuk ikut program lingkungan jika menarik dan relevan	Terdapat potensi partisipasi yang belum diaktivasi	Partisipasi ekologis yang laten dan belum teraktivasi	Potensi partisipasi dapat dioptimalkan melalui desain program yang kontekstual, interaktif, dan berbasis pengalaman

Sumber: Hasil Analisis Data (2026)

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengalaman sivitas akademika terbentuk melalui interaksi antara kondisi fisik ruang, tingkat pemahaman terhadap isu lingkungan, serta peluang aktual untuk berpartisipasi dalam praktik

ekologis. Tiga tema utama yang muncul mencerminkan adanya kesenjangan antara desain ruang, internalisasi nilai dekarbonisasi, dan aktualisasi perilaku ekologis. Temuan ini (table 3) memberikan dasar konseptual yang kuat dalam merancang taman edukasi dekarbonisasi dan smart smoking area sebagai intervensi yang tidak hanya bersifat fisik, tetapi juga edukatif dan transformatif.

Hasil analisis kualitatif dalam penelitian ini dikembangkan menggunakan pendekatan fenomenologi dengan metode *Colaizzi*, yang menekankan pada eksplorasi makna pengalaman hidup (*lived experiences*) sivitas akademika terhadap ruang terbuka kampus dan praktik ekologis. Proses analisis dilakukan melalui identifikasi pernyataan signifikan, formulasi makna, pengelompokan dalam tema-tema esensial, serta integrasi makna ke dalam deskripsi struktural pengalaman. Temuan menghasilkan tiga tema utama yang merepresentasikan konstruksi pengalaman ekologis sivitas akademika dalam konteks transformasi ruang kampus berbasis dekarbonisasi.

Tema pertama, keterbatasan fasilitas dan kenyamanan ruang terbuka, merefleksikan pengalaman langsung sivitas akademika terhadap kondisi fisik lingkungan kampus yang belum optimal dalam mendukung aktivitas produktif dan interaksi sosial. Informan secara konsisten menggambarkan ruang terbuka sebagai area yang “kurang hidup”, dengan minimnya fasilitas pendukung seperti tempat duduk, ruang belajar terbuka, serta kurangnya elemen peneduh alami. Pengalaman termal yang tidak nyaman, terutama pada siang hari, memperkuat persepsi bahwa ruang terbuka belum dirancang sebagai *human-centered ecological space*. Dalam kerangka fenomenologi, kondisi ini tidak hanya dipahami sebagai keterbatasan fisik, tetapi juga sebagai kegagalan ruang dalam membangun keterikatan emosional (*place attachment*) antara individu dan lingkungan. Ruang yang tidak nyaman cenderung menghambat keterlibatan ekologis karena tidak memberikan pengalaman positif yang mendorong individu untuk berinteraksi secara berkelanjutan dengan lingkungan tersebut. Temuan ini secara langsung berkaitan dengan tujuan penelitian dalam merancang taman edukasi dekarbonisasi yang tidak hanya fungsional secara ekologis, tetapi juga nyaman secara termal dan sosial.

Tema kedua, diskrepansi antara kesadaran dekarbonisasi dan implementasinya di lapangan, menggambarkan adanya kesenjangan antara pemahaman konseptual sivitas akademika mengenai isu karbon dengan pengalaman nyata terhadap kebijakan dan program kampus. Informan menunjukkan bahwa meskipun terdapat kesadaran moderat terhadap pentingnya pengurangan emisi karbon, minimnya edukasi yang terstruktur serta kurangnya visibilitas program dekarbonisasi menyebabkan konsep tersebut tidak terinternalisasi secara mendalam. Pengalaman yang muncul bukan sekadar “tidak tahu”, tetapi lebih pada “tidak merasakan dampak”. Dalam perspektif fenomenologi, hal ini menunjukkan absennya proses *embodiment of environmental values*, di mana nilai-nilai keberlanjutan belum menjadi bagian dari pengalaman keseharian individu. Lingkungan kampus belum berfungsi sebagai *living laboratory* yang mampu mentransformasikan

pengetahuan menjadi pengalaman nyata. Temuan ini memperkuat kebutuhan akan integrasi elemen edukatif dalam desain taman, sehingga ruang tidak hanya menjadi objek fisik, tetapi juga media pembelajaran kontekstual yang mampu menjembatani kesadaran dan praktik.

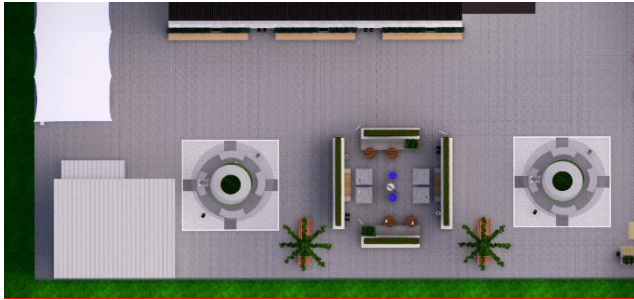
Tema ketiga, partisipasi ekologis yang bersifat laten dan belum teraktivasi, merepresentasikan kondisi di mana sivitas akademika memiliki potensi keterlibatan, namun belum terdorong untuk berpartisipasi secara aktif. Informan mengungkapkan bahwa keterlibatan dalam aktivitas pengurangan jejak karbon masih bersifat pasif dan sporadis, serta belum menjadi bagian dari kebiasaan kolektif. Meskipun demikian, terdapat indikasi kuat bahwa individu memiliki kesiapan psikologis untuk terlibat apabila tersedia program yang relevan, menarik, dan mudah diakses. Dalam analisis fenomenologi, kondisi ini dapat dipahami sebagai *latent ecological agency*, yaitu potensi tindakan ekologis yang belum teraktualisasi karena kurangnya stimulus lingkungan yang memadai. Partisipasi tidak hanya dipengaruhi oleh kesadaran, tetapi juga oleh bagaimana lingkungan menyediakan *affordance* yang memungkinkan individu untuk bertindak. Oleh karena itu, desain *smart smoking area* dan taman edukasi perlu dirancang sebagai *behavioral trigger*, yang mampu mengubah potensi pasif menjadi aksi nyata melalui pendekatan desain yang interaktif, edukatif, dan berbasis pengalaman.

Secara integratif, ketiga tema tersebut menunjukkan bahwa pengalaman ekologis sivitas akademika tidak dapat dilepaskan dari interaksi antara dimensi fisik ruang, dimensi kognitif (kesadaran), dan dimensi afektif (makna dan pengalaman). Temuan ini memberikan implikasi penting bahwa transformasi ruang kampus menuju ekosistem dekarbonisasi tidak cukup dilakukan melalui intervensi fisik semata, tetapi harus mampu menciptakan pengalaman ekologis yang utuh. Pendekatan fenomenologi dalam penelitian ini memperkaya hasil kuantitatif dengan mengungkap bahwa keberhasilan desain taman edukasi dan *smart smoking area* sangat bergantung pada kemampuannya dalam mengintegrasikan kenyamanan ruang, visibilitas edukasi, serta mekanisme yang mendorong aktivasi partisipasi ekologis secara berkelanjutan.

## HASIL DESAIN

Hasil desain dari perencanaan ruang gersang sebagai taman edukasi dekarbonisasi dan ruang perokok ramah lingkungan di Universitas Annuqayah bisa dilihat pada gambar 3 sampai dengan 8. Berdasarkan hasil dari gambar perencanaan diatas, kawasan ruang dekarbonisasi dilengkapi vegetasi seperti lidah buaya (*Aloe vera*), sirih gading, dan lili paris yang berfungsi membantu menyerap polutan udara akibat asap rokok. Perencanaan juga mencakup penyediaan smart smoking area sebagai ruang merokok terkontrol bagi perokok aktif, serta fasilitas pengelolaan sampah puntung rokok untuk meminimalisir pencemaran lingkungan. Selain itu, penanaman vegetasi peneduh juga diterapkan guna meningkatkan kualitas

lingkungan, kenyamanan kawasan, dan mendukung konsep kampus berkelanjutan.



Gambar 3. Tampak Atas (*Site Plan*) Taman Edukasi Dekarbonisasi  
Sumber: Hasil Desain (2026)



Gambar 4. Jalur Sirkulasi dan Area Vegetasi Linear di Sekitar Bangunan  
Sumber: Hasil Desain (2026)



Gambar 5. Area Interaksi Edukatif  
Sumber: Hasil Desain (2026)



Gambar 6. *Smart Smoking Area* dengan Fasilitas Pendukung  
Sumber: Hasil Desain (2026)



Gambar 7. Visualisasi Area Vegetasi Edukatif  
Sumber: Hasil Desain (2026)



Gambar 8. Tempat Pengolahan Limbah Puntung Rokok  
Sumber: Hasil Desain (2026)

## KESIMPULAN

Seluruh variabel terbukti berpengaruh positif dan signifikan terhadap partisipasi ekologis sivitas akademika. Secara kuantitatif, persepsi terhadap *carbon footprint* merupakan determinan paling dominan ( $\beta = 0,234$ ;  $p < 0,000$ ), diikuti kesadaran dekarbonisasi ( $\beta = 0,173$ ;  $p = 0,003$ ), kenyamanan lingkungan ( $\beta = 0,121$ ;  $p = 0,012$ ), dan persepsi visual ruang kampus ( $\beta = 0,069$ ;  $p < 0,00$ ). Hal ini menegaskan bahwa faktor kognitif menjadi penggerak utama perilaku ekologis, melampaui pengaruh aspek fisik lingkungan.

Temuan kualitatif memperlihatkan adanya kesenjangan antara kualitas ruang, visibilitas edukasi dekarbonisasi, dan keterlibatan nyata sivitas akademika, sehingga partisipasi belum berkembang secara optimal. Dengan demikian, pengembangan Taman Edukasi Dekarbonisasi dan *Smart Smoking Area* tidak hanya relevan sebagai intervensi fisik, tetapi juga sebagai instrumen strategis untuk mengintegrasikan edukasi, pengalaman ruang, dan pemicu perilaku, guna memperkuat partisipasi ekologis secara berkelanjutan dalam kerangka kampus rendah karbon.

Rancangan Taman Edukasi Dekarbonisasi dan *Smart Smoking Area* dalam penelitian ini menegaskan bahwa desain penataan ruang terbuka kawasan kampus dapat berperan sebagai instrumen strategis dalam mitigasi emisi karbon sekaligus pembentukan perilaku ekologis. Melalui pendekatan *low carbon landscape design* berbasis temuan empiris, rancangan ini mengoptimalkan vegetasi sebagai penyerap karbon, pengatur iklim mikro, serta penataan ruang yang meningkatkan kenyamanan dan kualitas lingkungan. Inovasi *Smart Smoking Area* turut memperkuat kontribusi tersebut melalui pemanfaatan

limbah puntung rokok sebagai sumber daya ekologis berbasis prinsip *circular economy*.

Dengan demikian, desain yang dihasilkan tidak hanya bernilai estetis, tetapi juga operasional, edukatif, dan berpotensi direplikasi sebagai model pengembangan kampus rendah karbon di Indonesia.

### Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Annuqayah; Hibah Internal Universitas Annuqayah Tahun 2025; Thoriqi Firdaus, S.Pd., M.Pd; Risky Andayani Rosediana, S.Tr.T., M.Eng; Rendy Wahyu Adi Gunawan; dan Ishaq yang telah ikut serta menyelesaikan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alnusairat, S. *et al.* (2022) "Rethinking Outdoor Courtyard Spaces on University Campuses to Enhance Health and Wellbeing: The Anti-Virus Built Environment," *Sustainability*, 14(9), p. 5602. Available at: <https://doi.org/10.3390/su14095602>.
- Bappenas (2025) "Pembangunan Rendah Karbon Dalam Rpjpn 2025-2045," p. 88.
- Duan, Y. *et al.* (2024) "Impact of Seasonal Changes in Urban Green Spaces with Diverse Vegetation Structures on College Students' Physical and Mental Health," *Scientific Reports*, 14(1), p. 16277. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67075-w>.
- Gholami, H. *et al.* (2020) "An ISM Approach for the Barrier Analysis in Implementing Green Campus Operations: Towards Higher Education Sustainability," *Sustainability*, 12(1), p. 363. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12010363>.
- Gudeta, B., K, S. and Ratnam, M.V. (2021) "Bioinsecticide Production from Cigarette Wastes," *International Journal of Chemical Engineering*. Edited by D. Peshev, 2021, pp. 1–15. Available at: <https://doi.org/10.1155/2021/4888946>.
- KLHK (2022) "Enhanced Nationally Determined Contribution." Available at: [https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-09/23.09.2022\\_Enhanced NDC Indonesia.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-09/23.09.2022_Enhanced%20NDC%20Indonesia.pdf).
- Moroz, I. *et al.* (2021) "Toxicity of Cigarette Butts and Possible Recycling Solutions—a Literature Review," *Environmental Science and Pollution Research*, 28(9), pp. 10450–10473. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11856-z>.
- Muzayyinah *et al.* (2024) "Green Campus Implementation and Challenges in Education and Research in Indonesia," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1425(1), p. 012012. Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1425/1/012012>.
- Nurwijayanti and Shofura Nida Khansa (2024) "Compliance with the Use of PPE Among UD Nusa Workers in Sukorejo Village, Loceret District," *Journal Of Nursing Practice*, 8(1), pp. 154–162. Available at: <https://doi.org/10.30994/jnp.v8i1.636>.
- Ridhosari, B. and Rahman, A. (2020) "Carbon Footprint Assessment at Universitas Pertamina From the Scope of Electricity, Transportation, and Waste Generation: Toward a Green Campus and Promotion of Environmental Sustainability," *Journal of Cleaner Production*, 246, p. 119172. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119172>.
- Shah, G., Bhatt, U. and Soni, V. (2023) "Cigarette: An unsung Anthropogenic Evil in the Environment," *Environmental Science and Pollution Research*, 30(21), pp. 59151–59162. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26867-9>.
- Tonietto, R. *et al.* (2021) "Toward a Carbon Neutral Campus: a Scalable Approach to Estimate Carbon Storage and Biosequestration, an Example from University of Michigan," *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22(5), pp. 1108–1124. Available at: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-05-2020-0188>.
- United Nation (2015) "The Paris Agreement," *Towards a Climate-Neutral Europe: Curbing the Trend*, pp. 24–45. Available at: <https://doi.org/10.4324/9789276082569-2>.
- Yang, L. and Ye, W. (2022) "Landscape Design of Garden Plants Based on Green and Low-Carbon Energy Under the Background of Big Data," *Energy Reports*, 8, pp. 13399–13408. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.09.052>.
- Yang, S. *et al.* (2023) "Carbon Dioxide Reduction from an Intensive Green Roof Through Carbon Flux Observations and Energy Consumption Simulations," *Sustainable Cities and Society*, 99, p. 104913. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104913>.
- Zhang, Y. *et al.* (2025) "Campus Microenvironmental Factors and Their Effects on People's Outdoor Thermal Perceptions Under Different Conditions," *Scientific Reports*, 15(1), p. 12335. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-96651-x>.