Model Tata Kelola Kampus Berkelanjutan Berbasis UI GreenMetric dan AHP: Kerangka Prioritas Implementasi di Universitas Tadulako

A Sustainable Campus Governance Model Based on UI GreenMetric and AHP: An Implementation Priority Framework for Universitas Tadulako

Iwan Setiawan Basri[1]*, Putri Kartika Mauriska Manitu[2] , Rifai Mardin[3], Harry Hardian Sakti[4], Rosmiaty Arifin[5]
[1]Fakultas Teknik Universitas Tadulako, iwan.setiawan@untad.ac.id
[2]Fakultas Teknik Universitas Tadulako, putrimanitu03@gmail.com
[3]Fakultas Teknik Universitas Tadulako, rifaimardin@untad.ac.id
[4]Fakultas Teknik Universitas Tadulako, harryhardiansakti@untad.ac.id
[5]Fakultas Teknik Universitas Tadulako, rosmiaty_f221@untad.ac.id
***Corresponding Author: E-mail: iwan.setiawan@untad.ac.id**

ABSTRAK
Capaian awal UI GreenMetric menunjukkan bahwa implementasi Green Campus di Universitas Tadulako memerlukan penguatan tata kelola dan penentuan prioritas program berbasis evidence. Penelitian ini bertujuan merumuskan model tata kelola kampus berkelanjutan melalui integrasi UI GreenMetric World University Rankings 2025 dan Analytic Hierarchy Process (AHP). Penelitian menggunakan studi kasus dengan desain explanatory sequential mixed methods melalui evaluasi enam kategori UI GreenMetric, analisis kesenjangan, estimasi emisi Scope 2, pembobotan AHP, dan penyusunan roadmap 2025–2029. Hasil menunjukkan skor baseline 1.930,5 dari 10.000 poin atau 19,31%, dengan kesenjangan terbesar pada Water, Waste, Transportation, dan Energy and Climate Change. AHP menempatkan konservasi dan pemanfaatan kembali air, penguatan RTH, dan reformasi parkir sebagai prioritas utama. Penelitian ini bertujuan merumuskan model tata kelola kampus berkelanjutan dan kerangka prioritas implementasinya melalui integrasi UI GreenMetric World University Rankings 2025 dan Analytic Hierarchy Process (AHP).
Kata Kunci: Analytic Hierarchy Process; kampus berkelanjutan; prioritas implementasi; tata kelola berbasis bukti; UI GreenMetric

ABSTRACT
Initial UI GreenMetric results indicate that Green Campus implementation at Universitas Tadulako requires stronger governance and evidence-based program prioritization. This study aims to formulate a sustainable campus governance model and its implementation priority framework by integrating the UI GreenMetric World University Rankings 2025 and the Analytic Hierarchy Process (AHP). A case study with an explanatory sequential mixed-methods design was applied through assessment of six UI GreenMetric categories, gap analysis, Scope 2 emission estimation, AHP weighting, and preparation of a 2025–2029 roadmap. The results show a baseline score of 1,930.5 out of 10,000 points, or 19.31%, with the largest gaps in Water, Waste, Transportation, and Energy and Climate Change. AHP identifies water conservation and reuse, strengthening green open spaces, and parking reform as the main implementation priorities.
Keywords: *Analytic Hierarchy Process; sustainable campus; implementation priorities; evidence-based governance; UI GreenMetric*

ARTICLE IDENTIFIERS

ORIGINAL ARTICLE
Volume 9 - Issue 10 - 2026
Pages: 5175-5193
DOI: 10.56338/jks.v9i10.11897

ARTICLE HISTORY

Received: 24 July 2026
Revised: 12 September 2026
Accepted: 25 October 2026

CC BY-SA 4.0

PENDAHULUAN

Perguruan tinggi merupakan built environment sekaligus sistem sosio-teknis yang menjalankan fungsi pendidikan, penelitian, pengabdian kepada masyarakat, serta operasi institusional berskala besar. Aktivitas tersebut membutuhkan energi, air, transportasi, infrastruktur, ruang terbuka, dan berbagai layanan pendukung yang harus dikelola secara berkelanjutan. Kompleksitas tersebut menjadikan kampus tidak hanya sebagai ruang akademik, tetapi juga sebagai kawasan yang memiliki karakter menyerupai perkotaan berskala kecil (campus as a small city). Arias et al. (2021) dan Li et al. (2025) menegaskan bahwa karakter tersebut menuntut pengelolaan ruang, utilitas, mobilitas, dan lingkungan secara terpadu untuk meningkatkan efisiensi sumber daya, mengurangi dampak lingkungan, dan menjaga keberlanjutan operasional institusi.

Implementasi green campus tidak cukup dipahami sebagai penyediaan infrastruktur ramah lingkungan. Keberhasilannya sangat ditentukan oleh kapasitas tata kelola (governance) dalam menghubungkan kebijakan, pelaksanaan program, pemantauan, evaluasi, dan pengelolaan data. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa keberlanjutan perguruan tinggi masih terkendala oleh lemahnya koordinasi antarunit, fragmentasi sistem informasi, dan terbatasnya dokumentasi bukti (evidence) yang dapat diverifikasi (Amaral et al. 2021; Boiocchi et al. 2023; Christou et al. 2024). Sassen et al. (2022) juga menunjukkan bahwa kelemahan struktur organisasi dan mekanisme pelaporan merupakan salah satu hambatan utama dalam pengungkapan informasi keberlanjutan di perguruan tinggi.

UI GreenMetric World University Rankings merupakan salah satu instrumen yang banyak digunakan untuk menilai kinerja keberlanjutan perguruan tinggi. Instrumen ini mengevaluasi enam kategori utama, yaitu Setting and Infrastructure (SI), Energy and Climate Change (EC), Waste (WS), Water (WR), Transportation (TR), serta Education and Research (ED) (UI GreenMetric World University Rankings 2025). UI GreenMetric menggambarkan posisi keberlanjutan institusi melalui skor dan peringkat, tetapi hasil penilaiannya tetap perlu diterjemahkan ke dalam mekanisme pengambilan keputusan yang operasional. Tanpa kerangka tata kelola yang memadai, pemeringkatan berisiko hanya menjadi capaian administratif, bukan dasar perbaikan program, alokasi sumber daya, dan penguatan kinerja keberlanjutan berbasis bukti.

Pada kategori Energy and Climate Change, konsumsi listrik merupakan salah satu sumber utama emisi gas rumah kaca tidak langsung (Scope 2) di lingkungan kampus. Inventarisasi emisi Scope 2 dihitung berdasarkan konsumsi listrik dan faktor emisi jaringan sebagai dasar pemantauan kinerja dari waktu ke waktu (World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development 2015; Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan 2019). Inventarisasi tersebut memberikan ukuran kuantitatif terhadap beban emisi kampus, tetapi belum cukup untuk menjelaskan akar penyebab rendahnya capaian keberlanjutan. Oleh karena itu, evaluasi perlu dilengkapi dengan pendekatan yang menghubungkan data emisi, kesenjangan indikator, akar permasalahan, dan prioritas intervensi.

Sejumlah penelitian telah menggunakan UI GreenMetric untuk mengevaluasi kinerja keberlanjutan perguruan tinggi (Arias et al. 2021; Domingos et al. 2024; Gültekin et al. 2024). Sementara itu, Analytic Hierarchy Process (AHP) telah banyak digunakan sebagai metode pengambilan keputusan multikriteria dalam menentukan prioritas program (Botelho 2022; Kaloutsa et al. 2025). Namun, kedua pendekatan tersebut masih sering digunakan secara terpisah sehingga hasil evaluasi keberlanjutan belum selalu terhubung dengan prioritas implementasi yang rasional, realistis, dan dapat ditelusuri. Kesenjangan riset dalam penelitian ini terletak pada belum kuatnya kerangka pengambilan keputusan yang mengintegrasikan evaluasi UI GreenMetric, analisis kesenjangan, inventarisasi emisi Scope 2, dan prioritisasi program melalui AHP dalam satu model tata kelola kampus berkelanjutan berbasis bukti.

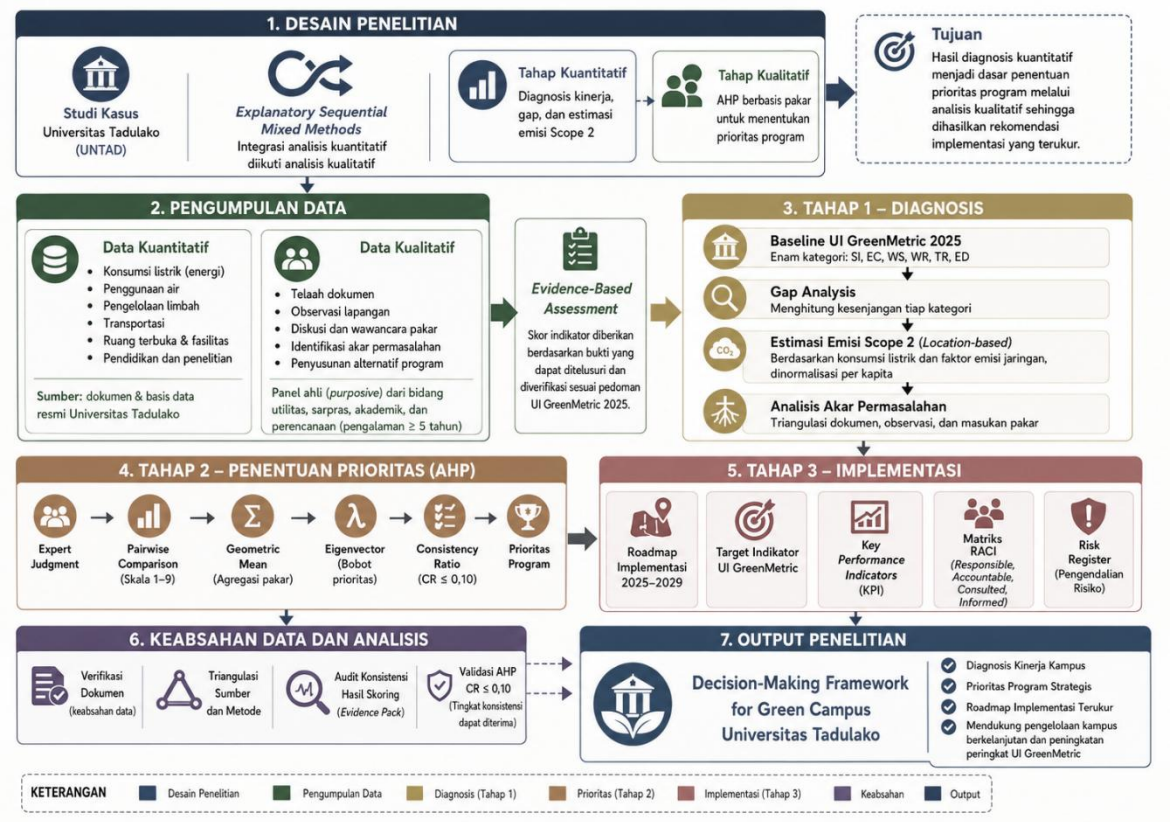
Universitas Tadulako (UNTAD) merupakan salah satu perguruan tinggi besar di Sulawesi Tengah yang menghadapi kompleksitas pengelolaan energi, air, limbah, transportasi, infrastruktur, dan aktivitas akademik yang terus meningkat. Kondisi tersebut menuntut evaluasi keberlanjutan kampus yang tidak hanya menggambarkan capaian UI GreenMetric, tetapi juga menghasilkan sistem prioritas, roadmap, dan mekanisme tata kelola yang terukur serta dapat diverifikasi.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, penelitian ini menempatkan UI GreenMetric sebagai instrumen diagnosis, AHP sebagai instrumen prioritisasi, dan roadmap sebagai instrumen aksi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja keberlanjutan UNTAD berdasarkan indikator UI GreenMetric 2025, mengidentifikasi kesenjangan dan akar permasalahan pada setiap kategori, mengestimasi emisi listrik tidak langsung (Scope 2), serta menentukan prioritas program menggunakan AHP. Hasil analisis tersebut digunakan untuk merumuskan model tata kelola kampus berkelanjutan dan kerangka prioritas implementasinya di Universitas Tadulako.

CC BY-SA 4.0

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus di UNTAD dengan desain explanatory sequential mixed methods. Desain ini mengintegrasikan analisis kuantitatif dan kualitatif secara berurutan, diawali dengan diagnosis kinerja keberlanjutan kampus berdasarkan indikator UI GreenMetric 2025, kemudian dilanjutkan dengan analisis berbasis pakar untuk menentukan prioritas program menggunakan Analytic Hierarchy Process (AHP). Alur penelitian menghubungkan penilaian baseline, gap analysis, estimasi emisi Scope 2, analisis akar permasalahan, prioritisasi program, dan penyusunan roadmap implementasi. Tahapan penelitian secara keseluruhan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian Penyusunan Model Tata Kelola Kampus Berkelanjutan Berbasis UI GreenMetric dan Analytic Hierarchy Process (AHP) di Universitas Tadulako
Sumber: Diolah penulis berdasarkan desain penelitian, 2025.

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1, penelitian dilaksanakan melalui tiga tahap utama, yaitu diagnosis, penentuan prioritas, dan perumusan implementasi. Tahap diagnosis meliputi pengumpulan data, penyusunan baseline UI GreenMetric, gap analysis, estimasi emisi Scope 2, dan analisis akar permasalahan. Penentuan prioritas dilakukan menggunakan AHP melalui expert judgment, pairwise comparison, agregasi penilaian pakar dengan geometric mean, perhitungan bobot menggunakan eigenvector, serta pengujian konsistensi melalui Consistency Ratio (CR). Tahap perumusan implementasi menerjemahkan hasil diagnosis dan prioritas ke dalam roadmap 2025–2029, target indikator UI GreenMetric, KPI, matriks RACI, risk register, dan evidence pack sebagai dasar penyusunan model tata kelola kampus berkelanjutan berbasis bukti.

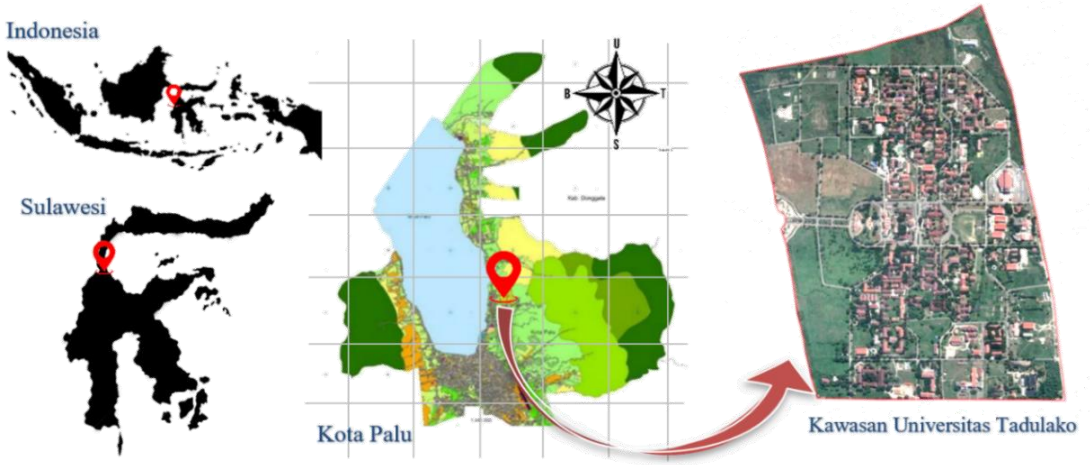
HASIL DAN PEMBAHASAN

Konteks Lokasi Penelitian dan Baseline Institusional Universitas Tadulako

Penelitian dilaksanakan di Kampus utama UNTAD, Kelurahan Tondo, Kecamatan Mantikulore, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Kampus utama yang berlokasi di Jl. Soekarno Hatta Km. 9 berada pada koordinat sekitar 0°50′11″ LS dan 119°53′37″ BT. Dalam penelitian ini, kawasan kampus seluas 178,99 ha ditetapkan sebagai batas wilayah penilaian UI GreenMetric sekaligus unit spasial analisis keberlanjutan kampus.

CC BY-SA 4.0

Baseline institusional disusun untuk memastikan bahwa diagnosis kinerja, analisis kesenjangan, inventarisasi emisi, dan prioritisasi program dilakukan berdasarkan unit data yang konsisten. Data utama yang digunakan mencakup profil institusi tahun akademik 2024/2025, populasi sivitas akademika sebanyak 50.357 orang, serta rekap konsumsi listrik Januari–Desember 2023 sebagai dasar perhitungan emisi listrik tidak langsung (Scope 2).



Gambar 2. Lokasi Penelitian
Sumber: Observasi Sekunder (diolah), 2025

Tabel 1. Parameter Baseline Institusional Universitas Tadulako

Komponen	Nilai	Peran dalam analisis
Unit analisis	Kampus utama UNTAD	Batas wilayah penilaian
Luas kampus terukur	178,99 ha	Basis indikator spasial dan rasio luasan
Jumlah bangunan akademik	87 Unit	Konteks kapasitas fisik dan intensitas aktivitas akademik (pendukung interpretasi indikator infrastruktur)
Jumlah fasilitas penunjang	34 Unit	Konteks ketersediaan fasilitas layanan kampus (pendukung interpretasi indikator infrastruktur/layanan)
Jumlah fakultas dan Pascasarjana	12 Unit	Konteks struktur akademik dan cakupan unit pengelola (pendukung interpretasi indikator pendidikan dan riset)
Populasi sivitas basis normalisasi	50.357 orang	Basis indikator per kapita dan intensitas emisi
Periode data institusional	Tahun Akademik 2024/2025	Basis data profil dan indikator terkait
Periode data konsumsi listrik	Januari sampai Desember 2023	Basis perhitungan emisi Scope 2

Sumber: Data Universitas Tadulaklo Tahun Akademik 2024/2025 dan rekap utilitas listrik 2023 (diolah).

Parameter pada Tabel 1 menjadi dasar penyusunan skor UI GreenMetric, interpretasi indikator per kapita, dan penentuan prioritas program menggunakan Analytic Hierarchy Process (AHP). Informasi luas kawasan, populasi, fasilitas, dan periode data utilitas menunjukkan bahwa analisis keberlanjutan dalam penelitian ini menggunakan batas penilaian dan basis data yang konsisten. Dengan demikian, baseline institusional menjadi fondasi untuk menghubungkan diagnosis UI GreenMetric, analisis kesenjangan, prioritas AHP, dan perumusan model tata kelola kampus berkelanjutan.

Diagnosis Kinerja UI GreenMetric Universitas Tadulako

Evaluasi baseline UI GreenMetric 2025 menunjukkan bahwa UNTAD memperoleh skor 1.930,50 dari 10.000 poin atau 19,31%. Capaian ini menunjukkan bahwa kinerja keberlanjutan kampus masih berada pada tahap awal dan memerlukan penguatan tata kelola, terutama pada kategori dengan kesenjangan terbesar, yaitu Water (WR), Waste (WS), Transportation (TR), serta Energy and Climate Change (EC). Skor baseline digunakan

CC BY-SA 4.0

sebagai dasar diagnosis untuk mengidentifikasi capaian, kesenjangan indikator, akar permasalahan, serta kebutuhan evidence dalam penyusunan model tata kelola kampus berkelanjutan.

Tabel 2. Ringkasan Skor UI GreenMetric Univesitas Tadulako (Baseline 2024/2025)

Kategori	Kode	Skor	Skor Maks.	Persentase
Setting and Infrastructure	SI	600	1.500	40,00%
Energy and Climate Change	EC	348	2.100	16,57%
Waste	WS	50	1.800	2,78%
Water	WR	20	1.000	2,00%
Transportation	TR	212,5	1.800	11,81%
Education and Research	ED	700	1.800	38,89%
Total	-	1.930,50	10.000	19,31%

Sumber: Hasil Analisis (2024/2025).

Tabel 2 memperlihatkan bahwa capaian tertinggi terdapat pada kategori Setting and Infrastructure (SI) sebesar 40,00% dan Education and Research (ED) sebesar 38,89%. Capaian terendah terdapat pada kategori Water (WR) sebesar 2,00%, Waste (WS) sebesar 2,78%, Transportation (TR) sebesar 11,81%, serta Energy and Climate Change (EC) sebesar 16,57%. Pola ini menunjukkan bahwa kekuatan awal UNTADberada pada kapasitas fisik kawasan dan aktivitas akademik, sedangkan kelemahan utama berada pada pengelolaan air, limbah, mobilitas kampus, dan energi.

Hasil diagnosis UI GreenMetric tidak hanya menggambarkan posisi awal keberlanjutan kampus, tetapi juga menjadi dasar untuk menghubungkan analisis kesenjangan, inventarisasi emisi listrik tidak langsung (Scope 2), dan prioritisasi program menggunakan Analytic Hierarchy Process (AHP). Diagnosis ini menjadi pijakan awal dalam penyusunan roadmap dan model tata kelola kampus berkelanjutan berbasis evidence.

Analisis Kesenjangan dan Akar Permasalahan per Kategori

Setting and Infrastructure (SI)

Kategori Setting and Infrastructure (SI) memperoleh skor 600 dari 1.500 poin atau 40,00%, sehingga menjadi salah satu capaian relatif tertinggi dalam baseline UI GreenMetric Universitas Tadulako. Capaian ini menunjukkan bahwa karakter fisik kampus telah menyediakan modal awal bagi pengembangan Green Campus, terutama melalui ruang terbuka, vegetasi, dan area resapan. Kesenjangan sebesar 900 poin tetap menunjukkan bahwa kapasitas fisik tersebut belum sepenuhnya didukung oleh tata kelola, dokumentasi, dan evidence yang memenuhi kebutuhan verifikasi UI GreenMetric 2025.

Tabel 3. Capaian Indikator SI Univesitas Tadulako (Baseline 2024/2025)

Indikator SI	Kode	Poin maks.	Data Baseline
Rasio luas ruang terbuka terhadap luas total kampus	SI.1	200	88,92% (1.591.611 m^2 / 1.789.900 m^2)
Luas vegetasi hutan untuk riset/pengajaran/pengabdian	SI.2	100	0 m^2 (tidak ada bukti)
Luas vegetasi tertanam (selain hutan)	SI.3	200	1.199.933 m^2
Luas area resapan air selain hutan dan vegetasi tertanam	SI.4	100	128,68 ha (1.286.800 m^2) atau 71,9% dari luas kampus
Luas ruang terbuka per populasi kampus	SI.5	200	1.591.611 m^2; populasi basis = 50.357 orang
Persentase anggaran untuk keberlanjutan	SI.6	200	7 %
Fasilitas disabilitas/kebutuhan khusus/maternitas	SI.7	100	0 (tidak ada bukti)
Fasilitas keamanan dan keselamatan	SI.8	100	10 unit/fasilitas (sesuai bukti)
Fasilitas kesehatan dan well-being sivitas	SI.9	100	1 unit/fasilitas (sesuai bukti)
Program konservasi	SI.10	100	0 (tidak ada bukti)

CC BY-SA 4.0

Indikator SI	Kode	Poin maks.	Data Baseline
Perencanaan-pelaksanaan-pemantauan/evaluasi program SI melalui TIK	SI.11	100	0 (tidak ada bukti)

Catatan: Luas terbangun=198.289 m^2(11,08%) dari total luas kampus 1.789.900 m^2 dari evaluasi baseline Univesitas Tadulako 2024-2025.

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kekuatan utama SI terletak pada kapasitas spasial kampus. Rasio ruang terbuka mencapai 88,92% dari luas kampus, vegetasi tertanam mencapai 1.199.933 m^2, dan area resapan mencapai 128,68 ha atau 71,9% dari luas kampus. Kondisi ini memperlihatkan bahwa UNTAD memiliki basis ekologis yang kuat untuk mendukung fungsi resapan, pengendalian iklim mikro, dan penyediaan ruang terbuka.

Kelemahan utama SI terletak pada indikator yang membutuhkan kebijakan formal, program terstruktur, dan bukti verifikasi. Beberapa indikator belum memperoleh capaian karena tidak tersedia evidence, seperti vegetasi hutan untuk riset, pengajaran, dan pengabdian; fasilitas disabilitas, kebutuhan khusus, atau maternitas; program konservasi; serta sistem perencanaan, pemantauan, dan evaluasi berbasis TIK. Strategi peningkatan SI perlu diarahkan pada penguatan kebijakan konservasi, standardisasi data spasial, penyediaan fasilitas inklusif, dan pengembangan sistem informasi pemantauan.

Energy and Climate Change (EC)

Kategori Energy and Climate Change (EC) memperoleh skor 348 dari 2.100 poin atau 16,57%, sehingga termasuk kategori dengan capaian rendah dalam baseline UI GreenMetric Universitas Tadulako. Posisi EC strategis karena memiliki bobot penilaian terbesar, yaitu 21% dari total skor. Kesenjangan sebesar 1.752 poin menunjukkan bahwa penguatan tata kelola energi, pemantauan konsumsi, efisiensi, energi terbarukan, dan pengurangan emisi berbasis evidence menjadi kebutuhan mendesak.

Tabel 4. Energy and Climate Change (Baseline UNTAD)

Indikator (kelompok)	Skor UNTAD	Skor maks.	Capaian (%)
Konsumsi energi per kapita	60	400	15
Energi terbarukan	32	300	11
Program konservasi	80	300	27
Audit energi dan pemantauan	0	400	0
Program pengurangan emisi	80	300	27
Efisiensi bahan bakar	96	400	24
Total EC	348	2.100	16,57

Catatan: “kelompok” merupakan pemetaan internal dari indikator EC1-EC11 dari evaluasi baseline Univesitas Tadulako 2024-2025.

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa kelemahan utama EC terletak pada belum kuatnya sistem manajemen energi. Audit energi dan pemantauan konsumsi belum memperoleh skor, sedangkan pemanfaatan energi terbarukan masih rendah. Capaian awal pada konservasi energi, pengurangan emisi, dan efisiensi bahan bakar belum cukup meningkatkan skor EC secara signifikan. Rendahnya capaian EC lebih berkaitan dengan belum optimalnya tata kelola energi berbasis data daripada konsumsi energi semata. Inventarisasi emisi listrik tidak langsung (Scope 2) digunakan untuk memperkuat diagnosis kategori EC. Perhitungan dilakukan dengan pendekatan location-based berdasarkan konsumsi listrik tahun 2023 sebesar 432.432,43 kWh dan faktor emisi grid Palapas–Palu sebesar 0,55 kg CO_2/kWh. Inventarisasi emisi dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$\text{Emisi listrik } (tCO_2) = \frac{\text{Konsumsi listrik (kWh)} \times \text{FE grid (kg } CO_2/\text{kWh)}}{1000} \qquad (1)$$

CC BY-SA 4.0

Perhitungan menunjukkan emisi listrik sebesar 237,838 tCO_2/tahun atau 0,00472 tCO_2/kapita/tahun berdasarkan populasi baseline sebanyak 50.357 orang (World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development 2015; Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan 2019).

Tabel 5. Emisi Listrik Scope 2 (Baseline 2023)

Parameter	Nilai
Konsumsi listrik tahunan 2023 (kWh)	432.432,43
FE grid Palapas-Palu (ton CO_2/MWh)	0,55
FE grid (kg CO_2/kWh)	0,55
Emisi Scope 2 (tCO_2/tahun)	237,838
Populasi baseline (orang)	50.357
Emisi per kapita (tCO_2/orang/tahun)	0,00472

Catatan: Nilai Faktor Emisi GRK Sistem Ketenagalistrikan Tahun 2019 (ESDM) dari evaluasi baseline Univesitas Tadulako 2024-2025.
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Hasil inventarisasi Scope 2 memberikan ukuran kuantitatif terhadap beban emisi listrik kampus, tetapi peningkatan skor EC tetap memerlukan audit energi, pemantauan konsumsi, evaluasi efisiensi, pemanfaatan energi terbarukan, dan dokumentasi bukti. Temuan ini sejalan dengan Gültekin et al. (2024) serta Amrina dan Suryani (2019), yang menegaskan bahwa konservasi energi, efisiensi listrik, pemantauan konsumsi, energi terbarukan, dan dokumentasi program merupakan prasyarat peningkatan skor UI GreenMetric.

Waste (WS)

Kategori Waste (WS) memperoleh skor 50 dari 1.800 poin atau 2,78%, sehingga menjadi capaian terendah kedua setelah Water (WR). Bobot WS sebesar 18% menunjukkan bahwa rendahnya kinerja pengelolaan limbah berpengaruh signifikan terhadap skor UI GreenMetric Universitas Tadulako. Capaian ini menegaskan bahwa pengelolaan limbah perlu menjadi prioritas dalam model tata kelola kampus berkelanjutan berbasis evidence. Estimasi timbulan limbah padat UNTAD mencapai 8–10 ton/hari atau sekitar 3.000 ton/tahun. Komposisi limbah didominasi oleh limbah organik sebesar 1.350 ton/tahun, kertas dan kardus 750 ton/tahun, plastik 450 ton/tahun, logam dan kaca 300 ton/tahun, serta residu dan limbah B3 sebesar 150 ton/tahun. Potensi pemulihan melalui pengomposan dan daur ulang diperkirakan mencapai 2.850 ton/tahun atau sekitar 95% dari total timbulan limbah.

Tabel 6. Timbulan dan Komposisi Limbah Padat Univesitas Tadulako (Baseline 2024/2025)

Komponen/Jenis Limbah	Nilai/Volume	Catatan/Potensi
Timbulan limbah padat harian	8–10 ton/hari	Estimasi operasional
Timbulan limbah padat tahunan	±3.000 ton/tahun	Ekuivalen tahunan
Organik	1.350 ton/tahun	Pengomposan
Kertas dan kardus	750 ton/tahun	Daur ulang
Plastik	450 ton/tahun	Daur ulang
Logam dan kaca	300 ton/tahun	Daur ulang
Residu/limbah lainnya/B3	150 ton/tahun	Penanganan khusus
Total komposisi	±3.000 ton/tahun	Penjumlahan komposisi
Potensi pemulihan	2.850 ton/tahun	Organik, kertas, plastik, logam, dan kaca

Catatan: Data merupakan rekap operasional dari evaluasi baseline Universitas Tadulako 2024/2025.
Sumber: Hasil analisis, 2025.

Potensi pemulihan tersebut belum terkonversi menjadi capaian UI GreenMetric karena sistem pemilahan di sumber, pengolahan limbah, pencatatan volume, dan dokumentasi kinerja belum berjalan secara terintegrasi. Permasalahan utama WS bukan terletak pada besarnya timbulan limbah semata, melainkan pada belum terlembaganya sistem pengelolaan limbah berbasis data dan evidence.

CC BY-SA 4.0

Tabel 7. Skor Kategori Waste (WS) Univesitas Tadulako (Baseline 2024/2025)

Indikator UI GreenMetric 2025	Skor UNTAD	Skor Maks.	Capaian (%)
WS1 - Program 3R (Reduce, Reuse, Recycle)	50	200	25
WS2 - Pengurangan kertas dan plastik	0	300	0
WS3 - Pengolahan limbah organik	0	300	0
WS4 - Pengolahan limbah anorganik	0	300	0
WS5–WS7 - Limbah B3, sewage, dan tata kelola/TIK	0	700	0
Total WS	50	1.800	2,78

Catatan: Pengelompokan indikator merupakan pemetaan internal dari WS1–WS7 berdasarkan pedoman UI GreenMetric 2025.
Sumber: Hasil analisis, 2025.

Evaluasi indikator menunjukkan bahwa capaian hanya diperoleh pada program 3R sebesar 50 poin atau 25%, sedangkan indikator pengurangan kertas dan plastik, pengolahan limbah organik, pengolahan limbah anorganik, pengelolaan limbah B3, sewage, serta tata kelola berbasis TIK masih memperoleh skor 0. Strategi peningkatan WS perlu diarahkan pada pelembagaan sistem 3R terpadu, pemilahan limbah di sumber, pengolahan limbah organik dan anorganik, pengelolaan limbah B3 sesuai ketentuan, serta digitalisasi pencatatan dan pelaporan.

Water (WR)

Kategori Water (WR) mengevaluasi pengelolaan air kampus melalui enam indikator, yaitu konservasi air, water reuse, perangkat hemat air, konsumsi air terolah, pengendalian pencemaran, dan tata kelola berbasis bukti (UI GreenMetric World University Rankings 2025). Hasil baseline menunjukkan bahwa UNTAD memperoleh skor 20 dari 1.000 poin atau 2,00%, sehingga menjadi kategori dengan capaian terendah. Skor tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan air masih berada pada tahap sangat awal dan belum didukung oleh sistem konservasi, pengukuran konsumsi, pengendalian pencemaran, serta dokumentasi kinerja yang memadai.

Tabel 8. Skor Kategori Water (WR) Univesitas Tadulako (Baseline 2024/2025)

Indikator UI GreenMetric 2025	Skor UNTAD	Skor Maks.	Capaian (%)
WR1 - Program konservasi air dan pelaksanaan	0	150	0
WR2 - Pelaksanaan program daur ulang air	0	200	0
WR3 - Penggunaan perangkat hemat air	10	200	5
WR4 - Konsumsi air terolah	0	200	0
WR5 - Pengendalian pencemaran air di area kampus	10	200	5
WR6 - Tata kelola/pemantauan WR berbasis TIK	0	50	0
Total WR	20	1.000	2

Sumber: Hasil analisis 2025

Rendahnya capaian WR terutama disebabkan oleh belum terbentuknya sistem manajemen air kampus yang terintegrasi. Sistem penyediaan air masih didominasi sumur bor tanpa instalasi pengolahan air, sedangkan program konservasi air, water reuse, dan pemantauan konsumsi berbasis TIK belum tersedia. Penggunaan perangkat hemat air dan pengendalian pencemaran baru mencapai skor minimum. Kelemahan utama WR bukan hanya terletak pada infrastruktur air, tetapi juga pada absennya kebijakan, pengukuran, pemantauan, dan evidence yang dapat diverifikasi.

Temuan ini sejalan dengan Domingos et al. (2024), yang menunjukkan bahwa peningkatan kategori Water lebih ditentukan oleh konservasi air, rainwater harvesting, water reuse, perangkat hemat air, meterisasi konsumsi, dan dokumentasi program berkelanjutan daripada sekadar ketersediaan sumber air. Hasil ini juga konsisten dengan evaluasi Universitas Andalas yang menegaskan pentingnya integrasi konservasi air, pengendalian pencemaran, dan sistem dokumentasi sebagai prasyarat peningkatan skor UI GreenMetric (Amrina and Suryani 2019).

CC BY-SA 4.0

Strategi peningkatan WR perlu diarahkan pada pelembagaan kebijakan konservasi air, audit konsumsi dan kebocoran, pemasangan perangkat hemat air, meterisasi penggunaan air, pengendalian pencemaran, serta implementasi water reuse secara bertahap. Rangkaian intervensi tersebut membentuk evidence chain mulai dari kebijakan, pengukuran, implementasi, pemantauan, hingga evaluasi.

Transportation (TR)

Kategori Transportation (TR) mengevaluasi keberlanjutan mobilitas kampus melalui sembilan indikator, meliputi penggunaan kendaraan bermotor, layanan shuttle, zero-emission vehicle (ZEV), pengelolaan parkir, pengurangan kendaraan pribadi, jalur pejalan kaki, serta tata kelola transportasi berbasis TIK (UI GreenMetric World University Rankings 2025). Hasil baseline menunjukkan bahwa UNTAD memperoleh skor 212,5 dari 1.800 poin atau 11,81%, sehingga masih menyisakan kesenjangan sebesar 88,19%. Bobot TR sebesar 18% menjadikan kategori ini strategis dalam peningkatan skor UI GreenMetric.

Tabel 9. Kesesuaian Kategori Transportasi Berdasarkan UI GreenMetric

Indikator UI GreenMetric 2025	Skor UNTAD	Skor Maks.	Capaian (%)
TR1 - Jumlah kendaraan bermotor dibagi populasi kampus	0	200	0
TR2 - Layanan shuttle	0	250	0
TR3 - Ketersediaan zero-emission vehicle di kampus	0	200	0
TR4 - Jumlah zero-emission vehicle dibagi populasi kampus	0	200	0
TR5 - Rasio area parkir terhadap luas kampus	150	200	75
TR6 - Program pembatasan area parkir dalam tiga tahun terakhir	0	200	0
TR7 - Inisiatif pengurangan kendaraan pribadi	0	200	0
TR8 - Jalur pejalan kaki di kampus	62,5	250	25
TR9 - Tata kelola dan pemantauan transportasi berbasis TIK	0	100	0
Total TR	212,5	1.800	11,81

Sumber: Hasil Analisis, 2025.

Data pada Tabel 9 menunjukkan bahwa capaian TR masih bertumpu pada dua aspek, yaitu rasio area parkir dan ketersediaan jalur pejalan kaki. Indikator layanan shuttle, ZEV, pembatasan parkir, pengurangan kendaraan pribadi, serta tata kelola dan pemantauan transportasi berbasis TIK belum memperoleh skor karena belum tersedia bukti yang memenuhi kebutuhan verifikasi. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem mobilitas kampus belum berkembang sebagai sistem transportasi berkelanjutan yang terintegrasi, terukur, dan terdokumentasi.

Rendahnya capaian TR terutama dipengaruhi oleh tingginya ketergantungan sivitas akademika terhadap kendaraan pribadi. Bus kampus telah tersedia, tetapi belum beroperasi sebagai layanan shuttle reguler sesuai kriteria penilaian. ZEV juga belum tersedia, sehingga indikator ketersediaan dan rasio kendaraan tanpa emisi belum memperoleh skor. Program pembatasan parkir, pengurangan kendaraan pribadi, jalur mobilitas aktif, dan pemantauan berbasis TIK masih perlu diperkuat agar dapat dikonversi menjadi capaian UI GreenMetric yang dapat diverifikasi.

Persoalan utama TR bukan hanya keterbatasan sarana transportasi, melainkan belum terbentuknya tata kelola mobilitas kampus yang mampu mengarahkan perubahan perilaku perjalanan, pengendalian kendaraan pribadi, dan pergeseran moda menuju transportasi rendah emisi. Temuan ini sejalan dengan Gültekin et al. (2024), yang menunjukkan bahwa peningkatan kategori transportasi memerlukan kebijakan pengurangan kendaraan pribadi, layanan shuttle, pengendalian parkir, fasilitas pejalan kaki dan pesepeda, serta kendaraan rendah emisi. Hasil ini juga konsisten dengan evaluasi Universitas Andalas yang menekankan pentingnya

CC BY-SA 4.0

optimalisasi bus kampus, pengelolaan parkir, kebijakan transportasi, dan dokumentasi program dalam peningkatan skor UI GreenMetric (Amrina and Suryani 2019).
Strategi peningkatan TR perlu diarahkan pada pengoperasian shuttle reguler, reformasi parkir, pengendalian kendaraan pribadi, penyediaan ZEV, peningkatan jalur pejalan kaki dan pesepeda, serta pemantauan transportasi berbasis TIK. Rangkaian intervensi tersebut membentuk evidence chain yang menghubungkan kebijakan, implementasi, pemantauan, evaluasi, dan bukti verifikasi.

Education and Research (ED)

Kategori Education and Research (ED) memperoleh skor 700 dari 1.800 poin atau 38,89%, sehingga menjadi capaian tertinggi kedua setelah Setting and Infrastructure (SI). Bobot ED sebesar 18% menunjukkan bahwa kategori ini memiliki posisi strategis dalam peningkatan kinerja UI GreenMetric Universitas Tadulako. Capaian tersebut memperlihatkan bahwa modal akademik keberlanjutan telah tersedia melalui pendidikan, penelitian, publikasi, kegiatan kemahasiswaan, inovasi, diseminasi informasi, dan tata kelola berbasis teknologi informasi. Kesenjangan sebesar 1.100 poin tetap menunjukkan bahwa kapasitas akademik tersebut belum sepenuhnya didukung oleh sistem kelembagaan, dokumentasi, dan pengelolaan evidence yang memenuhi kebutuhan verifikasi UI GreenMetric (UI GreenMetric World University Rankings 2025).
Kekuatan utama ED terletak pada tersedianya 275 mata kuliah bertema keberlanjutan yang tersebar pada berbagai fakultas. Integrasi isu keberlanjutan ke dalam pembelajaran lintas disiplin menunjukkan bahwa UNTAD memiliki basis akademik yang memadai untuk mengembangkan living laboratory, yaitu pendekatan pembelajaran dan riset yang menghubungkan aktivitas akademik dengan penyelesaian persoalan nyata di lingkungan kampus.

Tabel 10. Distribusi Mata Kuliah Lingkungan Berkelanjutan

Unit/Fakultas	Jumlah Mata Kuliah
MK Kajian Lingkungan Hidup di Semua Prodi	90
Fakultas Kesehatan Masyarakat	11
FAPETKAN	3
Fakultas Teknik	127
Fakultas Kehutanan	13
Fakultas Ekonomi	11
FISIP	6
Fakultas Pertanian	6
Rekognisi Merdeka Belajar	8
Total	275

Catatan: Disusun berdasarkan rekap mata kuliah lingkungan berkelanjutan
Sumber: Observasi Sekunder (diolah), 2025.

Kapasitas akademik yang relatif kuat belum sepenuhnya terkonversi menjadi capaian ED karena masih lemahnya evidence-based management. Aktivitas penelitian, pengabdian, inovasi, dan kegiatan kemahasiswaan telah berjalan, tetapi dokumentasi, pelabelan data, dan pengarsipan belum terstandarisasi antarunit maupun antartahun. Kesenjangan utama ED lebih berkaitan dengan tata kelola informasi, dokumentasi, dan konsolidasi bukti daripada rendahnya aktivitas akademik.
Berdasarkan diagnosis tersebut, tujuh kandidat program ED dirumuskan sebagai masukan AHP, yaitu portal keberlanjutan dan evidence pack, sustainability reporting tahunan, riset terapan lintas kategori, living laboratory, penguatan kegiatan mahasiswa, tracer study green jobs dan inkubasi startup hijau, serta penguatan unit keberlanjutan. Program tersebut diarahkan untuk memperkuat koordinasi lintas unit, pengumpulan data, pemantauan indikator, pelaporan, dan penyediaan bukti verifikasi secara berkelanjutan.
Temuan ini sejalan dengan Boiocchi et al. (2023), yang menunjukkan bahwa sistem pelaporan keberlanjutan terintegrasi dapat meningkatkan kualitas pengambilan keputusan dan pemenuhan indikator keberlanjutan. Christou et al. (2024) menegaskan bahwa transformasi menuju smart and sustainable university memerlukan integrasi tata kelola digital dan sistem pemantauan berkelanjutan. Gerdsri dan Kocaoglu (2007) menekankan pentingnya sistem prioritas yang menghubungkan diagnosis kondisi dengan penyusunan program strategis.
Strategi peningkatan ED perlu diarahkan pada penguatan governance, knowledge management, dan digital evidence management. Penguatan tersebut tidak hanya meningkatkan capaian ED, tetapi juga menjadi

CC BY-SA 4.0

pendorong sistemik bagi kategori Energy and Climate Change, Waste, Water, Transportation, dan Setting and Infrastructure melalui sistem data, koordinasi, dan pelaporan yang lebih terintegrasi.

Sintesis Lintas Kategori (Input AHP)

Hasil evaluasi enam kategori UI GreenMetric menunjukkan bahwa kinerja keberlanjutan UNTAD dipengaruhi oleh interaksi antara kondisi fisik kampus, pengelolaan operasional, kapasitas akademik, dan tata kelola institusi. Sintesis lintas kategori dilakukan untuk mengintegrasikan hasil diagnosis menjadi kandidat program yang selanjutnya diprioritaskan menggunakan Analytic Hierarchy Process (AHP). Pendekatan ini memungkinkan penentuan prioritas berdasarkan kombinasi kesenjangan kinerja, bobot kategori, akar permasalahan, potensi peningkatan skor, dan kelayakan implementasi sehingga keputusan tidak hanya ditentukan oleh besarnya kesenjangan indikator (Saaty 1987; UI GreenMetric World University Rankings 2025).

Baseline UI GreenMetric UNTAD menghasilkan skor 1.930,5 dari 10.000 poin atau 19,31%. Tingkat kesenjangan berbeda pada setiap kategori, yaitu Water (WR) sebesar 98,00%, Waste (WS) sebesar 97,22%, Transportation (TR) sebesar 88,19%, Energy and Climate Change (EC) sebesar 83,43%, Education and Research (ED) sebesar 61,11%, dan Setting and Infrastructure (SI) sebesar 60,00%. Variasi tersebut menunjukkan dua kelompok permasalahan utama, yaitu kesenjangan operasional pada EC, WS, WR, dan TR, serta kesenjangan tata kelola berupa lemahnya dokumentasi, sistem informasi, koordinasi lintas unit, dan mekanisme pelaporan berbasis evidence.

Prioritas peningkatan perlu mempertimbangkan bobot kategori, besarnya kesenjangan, dampak skor, akar masalah, dan kelayakan implementasi secara simultan. EC memiliki bobot tertinggi sebesar 21%, sedangkan WS, TR, dan ED masing-masing berbobot 18%. WR berbobot 10%, tetapi memiliki gap terbesar. Hubungan antarkategori menunjukkan bahwa SI menyediakan fondasi fisik, EC, WS, WR, dan TR merepresentasikan dimensi operasional, sedangkan ED berfungsi sebagai enabler melalui pendidikan, penelitian, inovasi, diseminasi, dan sistem dokumentasi. Pola ini menegaskan bahwa peningkatan kinerja UI GreenMetric memerlukan pendekatan sistemik, bukan intervensi sektoral yang berdiri sendiri.

Temuan ini sejalan dengan Boiocchi et al. (2023), yang menekankan pentingnya sistem pelaporan keberlanjutan dalam mendukung pengambilan keputusan institusional. Christou et al. (2024) menempatkan integrasi tata kelola digital sebagai prasyarat smart and sustainable university. Saaty (1987) menjelaskan bahwa keputusan multikriteria lebih tepat disusun melalui pendekatan hierarki untuk menghasilkan prioritas yang rasional, transparan, dan konsisten. Berdasarkan sintesis tersebut, penelitian ini merumuskan sepuluh kandidat program lintas kategori yang merepresentasikan hasil diagnosis, akar permasalahan, target indikator UI GreenMetric, dan kebutuhan bukti verifikasi.

Tabel 11. Matriks Sintesis Lintas Kategori (UI GreenMetric 2025)

Kategori	Bobot	Skor Baseline	Skor (%)	Gap (%)	Masalah Utama	Kandidat Program	Bukti Minimum
SI	15%	600/1.500	40	60	RTH, area resapan, dan pemantauan belum optimal	P1 Penguatan RTH, area resapan, dan pemantauan berbasis TIK	Peta RTH-resapan, SK/tim, foto, rencana kerja, laporan pemantauan
EC	21%	348/2.100	16,57	83,43	Efisiensi energi dan pemantauan konsumsi belum kuat	P2 Audit energi, retrofit hemat energi, dan smart building	Data kWh, inventaris perangkat, kebijakan, dokumentasi, laporan pemantauan
EC	21%	348/2.100	16,57	83,43	Energi terbarukan masih terbatas	P3 Ekspansi energi terbarukan dan load management	Dokumen instalasi, data produksi energi, bukti pengurangan

CC BY-SA 4.0

							emisi, laporan operasi
WS	18%	50/1.800	2,78	97,22	Sistem 3R dan pengelolaan limbah belum terlembaga	P4 Pengelolaan 3R terpadu melalui pemilahan, kompos, dan TPS	SOP, bukti pemilahan, dokumentasi fasilitas, log volume limbah
WR	10%	20/1.000	2	98	Konservasi air, perangkat hemat air, pengolahan, dan pemantauan belum memadai	P5 Konservasi air dan retrofit perangkat hemat air	Data konsumsi air, SOP, foto perangkat, laporan pemantauan
WR	10%	20/1.000	2	98	Pemanfaatan air hujan dan guna ulang air belum berkembang	P6 Rainwater harvesting dan water recycling	Desain/instalasi, bukti operasi, data pemanfaatan air, laporan pemeliharaan
TR	18%	212,5/1.800	11,81	88,19	Kendaraan pribadi dominan; parkir dan mobilitas rendah emisi belum terkendali	P7 Reformasi parkir dan demand management	Kebijakan, peta parkir, data kendaraan, bukti pelaksanaan, evaluasi
TR	18%	212,5/1.800	11,81	88,19	Layanan shuttle, ZEV, dan jalur mobilitas aktif belum memadai	P8 Ekspansi shuttle/bus kampus, jalur pejalan kaki, dan fasilitas ZEV	Jadwal shuttle, peta rute, data pengguna, foto jalur, bukti fasilitas ZEV
ED	18%	700/1.800	38,89	61,11	Bukti, laman keberlanjutan, dan pelaporan belum terlembaga	P9 Portal keberlanjutan, evidence pack, dan sustainability report berbasis TIK	Tautan laman, laporan keberlanjutan, SK tim, repositori bukti
ED	18%	700/1.800	38,89	61,11	Riset dan pengabdian belum diarahkan pada luaran operasional kampus	P10 Living laboratory dan riset terapan lintas kategori	RPS, dokumen riset, publikasi, laporan pengabdian, bukti implementasi

Catatan: Disusun berdasarkan hasil skoring baseline UI GreenMetric Univesitas Tadulako dan pedoman UI GreenMetric Guideline 2025
Sumber: Hasil Analisis, 2025.

CC BY-SA 4.0

Analisis pada Tabel 11 menunjukkan bahwa setiap kandidat program dirancang untuk menjawab akar permasalahan pada kategori terkait. P1 memperkuat kapasitas ekologis melalui optimalisasi ruang terbuka hijau, area resapan, dan sistem pemantauan. P2–P3 berfokus pada efisiensi energi dan pengembangan energi terbarukan. P4 diarahkan pada pelembagaan pengelolaan limbah berbasis 3R. P5–P6 memperkuat konservasi dan pemanfaatan kembali air. P7–P8 mengembangkan sistem mobilitas berkelanjutan melalui reformasi parkir, layanan shuttle, fasilitas kendaraan rendah emisi, dan jalur pejalan kaki. P9–P10 memperkuat tata kelola melalui portal keberlanjutan, sustainability reporting, dan living laboratory yang mengintegrasikan pendidikan, penelitian, dan implementasi program.

Matriks sintesis tersebut menjadi jembatan antara hasil evaluasi baseline dan proses pengambilan keputusan multikriteria. Seluruh kandidat program selanjutnya dievaluasi menggunakan Analytic Hierarchy Process (AHP) melalui pairwise comparison oleh panel ahli untuk menghasilkan urutan prioritas yang objektif, konsisten, dan dapat ditelusuri. Hasil prioritisasi tersebut menjadi dasar penyusunan roadmap implementasi keberlanjutan Universitas Tadulako.

AHP: Bobot Prioritas, Konsistensi, dan Interpretasi

Analytic Hierarchy Process (AHP) digunakan untuk mentransformasikan hasil diagnosis baseline UI GreenMetric menjadi urutan prioritas program yang operasional. AHP dipilih karena mampu mengintegrasikan penilaian pakar terhadap urgensi masalah, potensi peningkatan skor, kelayakan implementasi, kebutuhan sumber daya, dan dampak jangka panjang. Prioritas program tidak ditentukan semata-mata oleh besarnya kesenjangan, tetapi melalui pertimbangan multikriteria yang lebih objektif, rasional, dan dapat ditelusuri (Saaty 1987; Botelho 2022).

Penilaian dilakukan terhadap sepuluh alternatif program P1–P10 yang dirumuskan melalui sintesis lintas kategori pada Tabel 11. Seluruh alternatif dibandingkan secara berpasangan (pairwise comparison) oleh empat pakar yang memiliki kompetensi di bidang pengelolaan kampus, lingkungan, dan perencanaan pembangunan berkelanjutan. Bobot prioritas dihitung menggunakan metode eigenvector, sedangkan konsistensi penilaian diuji melalui Consistency Ratio (CR) sebagai syarat validitas AHP (Saaty 1987). Alternatif yang berkaitan secara teknis, seperti P2–P3 dan P5–P6, disajikan sebagai paket program untuk memudahkan interpretasi dan penyusunan roadmap tanpa mengubah pembobotan setiap alternatif.

Tabel 12. Peringkat Prioritas Program Berdasarkan AHP (5 Program Teratas)

No.	Program Prioritas	Skor (×1000)	Kategori	Tautan dengan Hasil Diagnosis pada Tabel 11
1	Konservasi dan pemanfaatan kembali air (P5–P6)	76	WR	Gap 98,00%; baseline 2,00%; konservasi air, water reuse, konsumsi air terolah, perangkat hemat air, pengendalian pencemaran, dan tata kelola berbasis TIK belum memadai
2	Penguatan ruang terbuka hijau, area resapan, dan pemantauan (P1)	52	SI	Gap 60,00%; baseline 40,00%; optimalisasi ruang terbuka hijau, area resapan, dan pemantauan belum terstruktur
3	Reformasi parkir dan pengendalian kendaraan pribadi (P7)	50	TR	Gap 88,19%; baseline 11,81%; kendaraan pribadi dominan, pengendalian parkir belum kuat, dan mobilitas rendah emisi belum berjalan optimal
4	Efisiensi energi dan pengembangan energi terbarukan (P2–P3)	25	EC	Gap 83,43%; baseline 16,57%; efisiensi energi, pemantauan konsumsi, dan pemanfaatan energi terbarukan masih terbatas
5	Ekspansi shuttle/bus kampus dan fasilitas mobilitas rendah emisi (P8)	17	TR	Gap 88,19%; baseline 11,81%; layanan shuttle reguler, ZEV, jalur pejalan kaki, dan fasilitas mobilitas aktif belum memadai

Catatan: Skor prioritas ditampilkan sebagai bobot eigenvector yang telah dinormalisasi, kemudian dikalikan 1.000 untuk meningkatkan keterbacaan. Tabel ini menampilkan lima prioritas utama sebagai dasar penyusunan roadmap tahap awal.

Sumber: Hasil Analisis, 2025.

CC BY-SA 4.0

Tabel 13. Uji Konsistensi Panel Ahli (CR ≤ 0,10)

Panelis	CR Nilai	Status Konsistensi
1	0,087	Valid
2	0,095	Valid
3	0,076	Valid
4	0,089	Valid

Catatan: CR dihitung dari matriks pairwise comparison, nilai CR < 0,10 menunjukkan konsistensi penilaian yang dapat diterima.
Sumber: Hasil Analisis, 2025.

Hasil AHP menunjukkan bahwa konservasi dan pemanfaatan kembali air (P5–P6) menjadi prioritas utama dengan bobot 76‰. Prioritas berikutnya adalah penguatan ruang terbuka hijau, area resapan, dan pemantauan (P1) sebesar 52‰, reformasi parkir dan pengendalian kendaraan pribadi (P7) sebesar 50‰, efisiensi energi dan pengembangan energi terbarukan (P2–P3) sebesar 25‰, serta ekspansi shuttle/bus kampus dan fasilitas mobilitas rendah emisi (P8) sebesar 17‰. Urutan ini menunjukkan bahwa prioritas implementasi ditentukan oleh kombinasi besarnya kesenjangan, urgensi penanganan, kelayakan pelaksanaan, dan potensi peningkatan skor UI GreenMetric.
Kategori Water (WR) menempati prioritas tertinggi karena memiliki gap terbesar, yaitu 98,00%, serta peluang peningkatan yang relatif cepat melalui konservasi air, pemasangan perangkat hemat air, meterisasi konsumsi, pemanfaatan kembali air, dan penguatan pemantauan. Kategori Energy and Climate Change (EC) memiliki bobot UI GreenMetric tertinggi sebesar 21%, tetapi peningkatannya membutuhkan investasi lebih besar, terutama untuk audit energi, retrofit peralatan, pengembangan energi terbarukan, dan modernisasi infrastruktur. Pola ini menjelaskan bahwa prioritas AHP tidak selalu identik dengan kategori berbobot tertinggi, melainkan ditentukan oleh kombinasi antara urgensi, dampak, dan kelayakan implementasi.
Seluruh matriks pairwise comparison memenuhi ambang Consistency Ratio (CR) ≤ 0,10 dengan nilai 0,076–0,095 sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 13. Hasil ini menunjukkan bahwa preferensi panel ahli konsisten dan pembobotan dapat diterima secara metodologis (Saaty 1987). Konsistensi tersebut memperkuat validitas urutan prioritas karena setiap alternatif dinilai melalui proses perbandingan berpasangan yang rasional, stabil, dan dapat diverifikasi.
AHP berfungsi sebagai penghubung antara diagnosis, sintesis program, dan implementasi. Baseline UI GreenMetric mengidentifikasi kesenjangan kinerja, sintesis lintas kategori merumuskan alternatif program, sedangkan AHP menetapkan urutan prioritas berdasarkan pendekatan multikriteria. Bobot prioritas yang dihasilkan menjadi dasar ilmiah dalam penyusunan roadmap Green Campus UNTAD agar rekomendasi program memiliki justifikasi yang objektif, konsisten, dan terukur untuk meningkatkan kinerja UI GreenMetric secara bertahap.

Aksi: Roadmap Implementasi Manajemen Kampus Berkelanjutan

Roadmap implementasi disusun untuk menerjemahkan hasil baseline UI GreenMetric, sintesis lintas kategori, prioritas AHP, KPI, dan evidence pack ke dalam tahapan aksi kelembagaan. Urutan program ditetapkan berdasarkan bobot AHP, besarnya kesenjangan indikator, kesiapan teknis, kebutuhan pembiayaan, program dependency, dan potensi verifikasi capaian. Roadmap ini tidak hanya berfungsi sebagai agenda peningkatan skor UI GreenMetric, tetapi juga sebagai instrumen tata kelola untuk memastikan bahwa setiap program memiliki target, penanggung jawab, bukti pelaksanaan, dan mekanisme evaluasi.
Implementasi dibagi ke dalam tiga fase. Fase I, yaitu Quick Wins and Evidence Foundation 2025, diarahkan pada pembentukan fondasi kebijakan, data, dan bukti awal melalui konservasi air, penguatan RTH, reformasi parkir, pengelolaan limbah 3R, dan portal keberlanjutan. Fase II, yaitu Scale Up and Infrastructure Integration 2026–2027, menekankan perluasan intervensi fisik dan operasional melalui audit energi, retrofit, PLTS, load management, shuttle kampus, ZEV, rainwater harvesting, dan water reuse. Fase III, yaitu Institutional Sustainability 2028–2029, berfokus pada pelembagaan keberlanjutan melalui living laboratory, riset terapan, sustainability reporting, dashboard KPI, evaluasi lintas unit, dan pembelajaran institusional.
Pola bertahap tersebut membentuk capacity-building pathway dari pembenahan data dan operasi dasar, perluasan infrastruktur, hingga pelembagaan keberlanjutan. Pendekatan ini sejalan dengan konsep technology

CC BY-SA 4.0

and policy roadmapping yang menekankan keterkaitan antara prioritas, tahapan implementasi, target kinerja, dan evaluasi berkelanjutan (Gerdsri and Kocaoglu 2007; Christou et al. 2024).

Tabel 14. Roadmap Pelaksanaan Green Campus Univesitas Tadulako 2025-2029

Fase	Arah Implementasi	Program Kunci	KPI Utama	Evidence Pack
Fase I – Quick Wins and Evidence Foundation 2025	Fondasi kebijakan, data, dan bukti awal	P5–P6 konservasi air; P1 RTH dan resapan; P7 reformasi parkir; P4 3R; P9 portal keberlanjutan	Data utilitas tersedia; perangkat hemat air terpasang; pemilahan limbah dimulai; kebijakan parkir disusun; portal keberlanjutan aktif	SK, SOP, data utilitas, peta RTH dan parkir, log limbah, dokumentasi kegiatan, repositori bukti
Fase II – Scale Up and Infrastructure Integration 2026–2027	Perluasan infrastruktur dan integrasi operasional	P2–P3 audit energi, retrofit, PLTS, load management; P8 shuttle, jalur pejalan kaki/sepeda, ZEV; implementasi rainwater harvesting dan water reuse	Konsumsi listrik turun 10–15%; energi terbarukan mulai berkontribusi; shuttle reguler berjalan; instalasi air hujan dan guna ulang air beroperasi	Laporan audit, data kWh, dokumen PLTS, data produksi energi, jadwal shuttle, data pengguna, log operasi air, hasil uji kualitas
Fase III – Institutional Sustainability 2028–2029	Pelembagaan keberlanjutan dan pembelajaran institusional	P10 living laboratory, riset terapan, inovasi, pengabdian; P9 sustainability reporting, dashboard KPI, evaluasi lintas unit	Seluruh fakultas memiliki proyek keberlanjutan; publikasi dan luaran riset meningkat; sustainability report terbit tahunan; KPI dipantau berkala	RPS, daftar proyek, kontrak riset, publikasi, laporan pengabdian, sustainability report, dashboard KPI, notulen koordinasi

Catatan: Roadmap disusun berdasarkan diagnosis baseline UI GreenMetric pada Tabel 2, sintesis lintas kategori pada Tabel 11, prioritas program AHP pada Tabel 12, dan uji konsistensi pada Tabel 13. Program P5–P6 ditempatkan sejak Fase I karena memiliki bobot AHP tertinggi, sedangkan implementasi fisik berskala besar dilanjutkan pada Fase II sesuai kesiapan infrastruktur dan program dependency.
Sumber: Hasil Analisis, 2025.

Analisis pada Tabel 14 menunjukkan bahwa roadmap dirancang sebagai tahapan implementasi yang saling menguatkan. Fase I membangun dasar kebijakan, data, dan bukti verifikasi. Fase II memperluas intervensi menuju integrasi infrastruktur dan operasi kampus. Fase III melembagakan keberlanjutan melalui pendidikan, riset, pelaporan, pemantauan KPI, dan koordinasi lintas unit.

Roadmap ini menerjemahkan prioritas AHP secara adaptif ke dalam aksi institusional. Program dengan bobot tertinggi tidak harus selesai dalam satu fase, tetapi harus dimulai lebih awal, menghasilkan bukti awal, dan diperluas sesuai kesiapan teknis serta pembiayaan. Pola tersebut menjaga konsistensi antara hasil AHP dan realitas implementasi Universitas Tadulako.

Roadmap implementasi menjadi instrumen aksi dalam model tata kelola kampus berkelanjutan berbasis evidence. Setiap program diarahkan untuk menghasilkan keluaran terukur, bukti verifikasi, dan pembelajaran institusional yang mendukung peningkatan kinerja UI GreenMetric secara bertahap, konsisten, dan dapat diaudit.

CC BY-SA 4.0

Desain Tata Kelola Dan Pemantauan Implementasi

Keberhasilan roadmap Green Campus ditentukan oleh kemampuan institusi menghubungkan perencanaan, pelaksanaan, pemantauan, evaluasi, dan penyediaan bukti dalam satu sistem tata kelola. Berdasarkan diagnosis UI GreenMetric, prioritas AHP, dan roadmap implementasi, penelitian ini mengusulkan Evidence-Based Green Campus Governance Model. Model ini menempatkan struktur organisasi, koordinasi lintas unit, KPI, pengelolaan data, verifikasi, dan umpan balik dalam satu siklus manajemen keberlanjutan yang terdokumentasi, dapat ditelusuri (traceable), dan dapat diaudit (Christou et al. 2024).

Pelaksanaan model dikoordinasikan melalui Green Campus Task Force (GCTF) sebagai simpul koordinasi lintas fungsi. GCTF mengintegrasikan bidang akademik, sarana prasarana, utilitas, perencanaan, keuangan, dan unit pendukung. Pembagian peran menggunakan prinsip Responsible–Accountable–Consulted–Informed (RACI) untuk memperjelas pelaksana kegiatan, pengambil keputusan, pihak yang dikonsultasikan, dan pihak penerima informasi. Skema ini memperkuat akuntabilitas, mengurangi tumpang tindih kewenangan, dan memastikan setiap indikator UI GreenMetric memiliki penanggung jawab yang jelas.

GCTF juga berfungsi sebagai Sustainability Data Hub yang mengonsolidasikan data utilitas, dokumen kebijakan, laporan kegiatan, dokumentasi lapangan, data spasial, indikator kinerja, dan luaran akademik ke dalam repositori digital. Konsolidasi tersebut membentuk evidence chain yang menghubungkan kebijakan, implementasi, pengukuran, evaluasi, dan pelaporan. Mekanisme ini meningkatkan konsistensi dokumentasi, mempercepat audit internal, dan memperkuat kesiapan verifikasi UI GreenMetric.

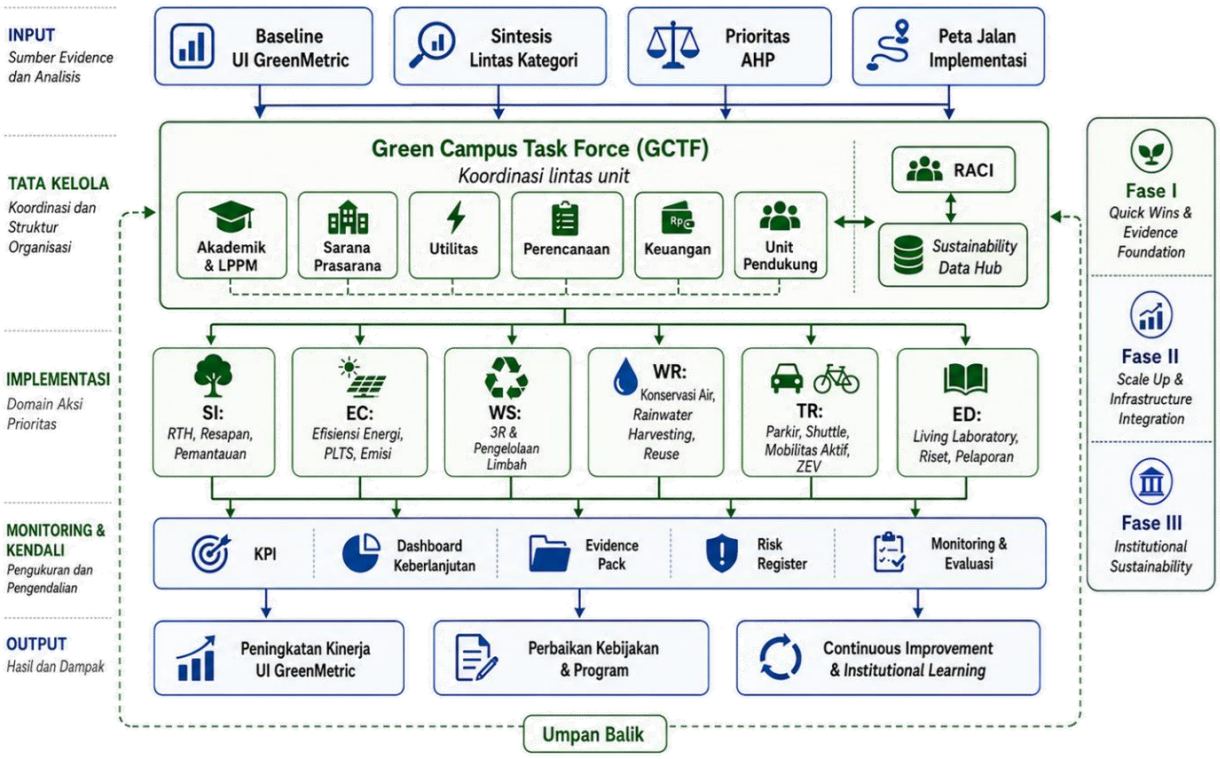
Penguatan sistem pelaporan penting karena kelemahan struktur organisasi menjadi salah satu hambatan utama dalam pengungkapan informasi keberlanjutan perguruan tinggi (Sassen et al. 2022). Dalam konteks Indonesia, Fitriani dan Sari (2025) juga menunjukkan bahwa pengungkapan sustainability report berkaitan dengan kinerja keberlanjutan perguruan tinggi yang terdaftar dalam UI GreenMetric.

Tabel 15. Matriks Tata Kelola dan Pemantauan Implementasi Green Campus

Komponen	Fungsi Tata Kelola	Penanggung Jawab	KPI/Data Kunci	Bukti Verifikasi
GCTF	Koordinasi lintas unit, konsolidasi data, dan pelaporan UI GreenMetric	Rektor dan sekretariat GCTF	Status program, capaian indikator, laporan tahunan	SK tim, notulen, laporan koordinasi, evidence pack
Utilitas	Pemantauan listrik, air, dan emisi Scope 2	Unit utilitas	kWh, m^3 air, tCO_2e, tren konsumsi	Rekap utilitas, log meter, laporan emisi, dashboard
Sarana prasarana	Pengelolaan RTH, resapan, limbah 3R, parkir, dan mobilitas kampus	Unit sarana prasarana	Luas RTH, log limbah, okupansi parkir, layanan transportasi	Peta GIS, SOP, foto lapangan, log operasional
Akademik dan riset	Penguatan kurikulum, living laboratory, riset terapan, dan pengabdian	Akademik, LPPM, fakultas	Mata kuliah, proyek, publikasi, luaran riset	RPS, kontrak riset, laporan kegiatan, publikasi
Perencanaan dan keuangan	Sinkronisasi program, anggaran, jadwal, dan evaluasi kinerja	Biro perencanaan dan keuangan	Realisasi program, alokasi anggaran, capaian KPI	Dokumen rencana kerja, laporan anggaran, laporan monev

Catatan: Matriks disusun berdasarkan kebutuhan implementasi roadmap pada Tabel 14, prinsip RACI, dan kebutuhan keterlacakan bukti pada UI GreenMetric.
Sumber: Hasil Analisis, 2025.

CC BY-SA 4.0



Gambar 3. Model Tata Kelola Implementasi Green Campus Universitas Tadulako
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Pemantauan implementasi dilakukan secara bertingkat sesuai karakteristik indikator. Konsumsi listrik, air, emisi Scope 2, dan timbulan limbah dipantau bulanan; ruang terbuka hijau, transportasi, dan infrastruktur dievaluasi triwulan; sedangkan pendidikan, penelitian, dan pengabdian dipantau setiap semester. Seluruh hasil pemantauan diintegrasikan ke dalam dashboard keberlanjutan sebagai decision support system sekaligus repositori evidence pack.

Keberlanjutan implementasi diperkuat melalui risk register yang memuat identifikasi risiko, tingkat kemungkinan dan dampak, penanggung jawab, strategi mitigasi, serta mekanisme evaluasi berkala. Integrasi risiko ke dalam sistem pemantauan memungkinkan hambatan teknis, administratif, pembiayaan, dan kelembagaan diantisipasi sejak tahap perencanaan. Pendekatan ini sejalan dengan ISO 31000:2018 yang menempatkan manajemen risiko sebagai bagian integral dari tata kelola organisasi (International Organization for Standardization 2018).

Model tata kelola yang diusulkan pada Gambar 3 membentuk siklus implementasi Green Campus yang terdiri atas baseline assessment, prioritisasi AHP, implementasi roadmap, pemantauan KPI, evaluasi evidence pack, dan umpan balik (feedback) untuk perbaikan program. Siklus ini menempatkan Green Campus sebagai proses continuous improvement dan institutional learning, bukan sekadar pemenuhan target pemeringkatan. Penguatan tata kelola juga perlu dipahami sebagai proses pembelajaran organisasi. Viera Trevisan et al. (2024) menegaskan bahwa transformasi keberlanjutan di perguruan tinggi membutuhkan pembelajaran organisasi yang mampu menghubungkan kebijakan, praktik, evaluasi, dan perubahan kelembagaan secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan kinerja Green Campus UNTAD memerlukan penguatan tata kelola keberlanjutan berbasis bukti, tidak hanya penyediaan infrastruktur lingkungan. Evaluasi UI GreenMetric 2025 menghasilkan skor baseline sebesar 1.930,5 dari 10.000 poin atau 19,31%, yang menunjukkan bahwa kinerja keberlanjutan kampus masih berada pada tahap awal. Kesenjangan terbesar ditemukan pada kategori Water, Waste, Transportation, serta Energy and Climate Change, terutama karena belum terintegrasinya kebijakan, sistem pemantauan, dokumentasi, dan pelaporan kinerja.

CC BY-SA 4.0

Sintesis lintas kategori dan pembobotan menggunakan Analytic Hierarchy Process (AHP) menetapkan konservasi dan pemanfaatan kembali air, penguatan ruang terbuka hijau dan area resapan, serta reformasi parkir dan pengendalian kendaraan pribadi sebagai prioritas utama. Penetapan prioritas tersebut mempertimbangkan kesenjangan kinerja, bobot kategori UI GreenMetric, kelayakan implementasi, kebutuhan sumber daya, dan potensi peningkatan skor.

Kontribusi penelitian ini adalah pengembangan Evidence-Based Green Campus Governance Model beserta kerangka prioritas implementasinya. Model tersebut mengintegrasikan evaluasi UI GreenMetric, prioritisasi AHP, roadmap Green Campus 2025–2029, Green Campus Task Force, matriks RACI, KPI, dashboard digital, risk register, dan evidence pack dalam satu kerangka pengambilan keputusan. Integrasi tersebut memperluas fungsi UI GreenMetric dari instrumen pemeringkatan menjadi kerangka manajemen strategis yang menghubungkan diagnosis, penetapan prioritas, implementasi, pemantauan, evaluasi, dan umpan balik kelembagaan. Model ini memberikan dasar operasional bagi transformasi kampus berkelanjutan di UNTAD dan dapat diadaptasi oleh perguruan tinggi lain sesuai karakteristik kelembagaan dan ketersediaan datanya.

DAFTAR PUSTAKA

Amaral, A. R., E. Rodrigues, A. R. Gaspar, and Á. Gomes. 2021. "Lessons from Unsuccessful Energy and Buildings Sustainability Actions in University Campus Operations." Journal of Cleaner Production 297: 126665. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126665.

Amrina, E., and F. Suryani. 2019. "Evaluasi Penerapan Kampus Berkelanjutan dengan UI GreenMetric di Universitas Andalas." Dampak: Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas 16 (2): 95–104. https://doi.org/10.25077/dampak.16.2.95-104.2019.

Arias, E., J. P. Sarmiento, and J. del Río. 2021. "Environmental Assessment of a University Campus through the Ecological Footprint: The Case of the University of Navarra, Pamplona (Spain)." Sustainability 13 (15): 8588. https://doi.org/10.3390/su13158588.

Boiocchi, R., M. Ragazzi, V. Torretta, and E. C. Rada. 2023. "Critical Analysis of the GreenMetric World University Ranking System: The Issue of Comparability." Sustainability 15 (2): 1343. https://doi.org/10.3390/su15021343.

Botelho, M. N. 2022. "Analyzing Priority Vectors: Going beyond Inconsistency Indexes." International Journal of the Analytic Hierarchy Process 14 (2): 1–19. https://doi.org/10.13033/ijahp.v14i2.922.

Christou, O., D. B. Manou, S. Armenia, E. Franco, A. Blouchoutzi, and J. Papathanasiou. 2024. "Fostering a Whole-Institution Approach to Sustainability through Systems Thinking: An Analysis of the State-of-the-Art in Sustainability Integration in Higher Education Institutions." Sustainability 16 (6): 2508. https://doi.org/10.3390/su16062508.

Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan. 2019. Faktor Emisi GRK Sistem Ketenagalistrikan Tahun 2019. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/96d7c-nilai-fe-grk-sistem-ketenagalistrikan-tahun-2019.pdf.

Domingos, J. M. F., D. G. Marques, V. Campos, and M. A. Nolasco. 2024. "Analysis of the Water Indicators in the UI GreenMetric Applied to Environmental Performance in a University in Brazil." Sustainability 16 (20): 9014. https://doi.org/10.3390/su16209014.

Fitriani, A., and M. P. Sari. 2025. "Sustainability Reporting and Sustainability Performance in Higher Education Institutions in Indonesia." Jurnal Akademi Akuntansi 8 (4): 608–23. https://doi.org/10.22219/jaa.v8i4.40341.

Gerdsri, N., and D. F. Kocaoglu. 2007. "Applying the Analytic Hierarchy Process (AHP) to Build a Strategic Framework for Technology Roadmapping." Mathematical and Computer Modelling 46 (7–8): 1071–80. https://doi.org/10.1016/j.mcm.2007.03.015.

Gültekin, P., Y. S. Gültekin, N. Başaran, and M. Yılmaz Kaya. 2024. "Measuring Universities' Sustainability Performance with Using UI GreenMetric World Ranking: A Case Study of Düzce University." Journal of Architectural Sciences and Applications 9 (1): 145–64. https://doi.org/10.30785/mbud.1403115.

International Organization for Standardization. 2018. ISO 31000:2018 Risk Management—Guidelines. ISO. https://www.iso.org/standard/65694.html.

Kaloutsa, M., K. Kabassi, and A. Martinis. 2025. "Evaluating the Sustainable Development Goals in Higher Education Institutions Using Multi-Criteria Decision Making/Analysis: Calculating the Weights of Criteria with the Analytic Hierarchy Process." Sustainability: Science, Practice and Policy 21 (1): 2475592. https://doi.org/10.1080/15487733.2025.2475592.

Li, R., R. Zhao, Z. Xie, L. Xiao, and X. Chuai. 2025. "Water–Energy–Carbon Nexus among Different Functional Areas of Campus: Pattern, Flow, and Efficiency." Sustainable Cities and Society 118: 106039. https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.106039.

Saaty, R. W. 1987. "The Analytic Hierarchy Process—What It Is and How It Is Used." Mathematical Modelling 9 (3–5): 161–76. https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8.

CC BY-SA 4.0

Sassen, R., L. Azizi, and L. Mertins. 2022. "What Are the Motivations for and Obstacles to Disclosing Voluntary Sustainability Information by U.S. Universities in STARS Reports?" Journal of Cleaner Production 359: 131912. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131912.

UI GreenMetric World University Rankings. 2025. UI GreenMetric Guideline 2025. Universitas Indonesia. https://uigreenmetric.com/resources/university/guidelines/2025/english.

Viera Trevisan, L., W. Leal Filho, and E. Ávila Pedrozo. 2024. "Transformative Organisational Learning for Sustainability in Higher Education: A Literature Review and an International Multi-Case Study." Journal of Cleaner Production 447: 141634. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141634.

World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development. 2015. GHG Protocol Scope 2 Guidance: An Amendment to the GHG Protocol Corporate Standard. Greenhouse Gas Protocol. https://ghgprotocol.org/scope-2-guidance.

CC BY-SA 4.0