VOLUME 4 NUMBER 3, NOVEMBER 2027

UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA, INDONESIA

SWAGATI: Journal of Community Service

Journal homepage: https://jurnal.amikom.ac.id/index.php/swagati
P-ISSN 2986-7940 | E-ISSN 2986-7339

Formulating Green Data Center Siting Criteria with Stakeholders in Indonesia

Perumusan Kriteria Lokasi Pusat Data Hijau bersama Pemangku Kepentingan di Indonesia

Stevanus Wisnu Wijaya[1*], Syafrudi[2]

[1]Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak, Sekolah STEM, Universitas Prasetiya Mulya, Kampus BSD, Tangerang 15339, Indonesia
[2]Program Studi Rekayasa Sistem Komputer, Sekolah STEM, Universitas Prasetiya Mulya, Kampus BSD, Tangerang 15339, Indonesia

Keywords:
Digital Infrastructure, Green Data Center, Renewable Energy, Site Selection, Sustainability

ABSTRACT

Stakeholders in Indonesia's data center sector needed a shared framework for screening sites against energy, environmental, infrastructure, and policy considerations. This community engagement initiative developed siting criteria through a literature review, a focus group with 25 participants from government, industry, and academia, a worked example, and public dissemination. Before the activity, the team had a draft list of variables. After the activity, four criteria were available for use in screening: access to clean and renewable energy, climate and physical environment, physical and digital connectivity, and regulatory and socioeconomic support. In a consortium assessment of five candidate regions, the North Sumatra highlands and IKN Nusantara ranked highest under the baseline weights, scoring 7.45 and 7.30, respectively. A two-percentage-point shift from climate suitability to low disaster risk reversed their order. The team shared the framework at the Indonesia International Sustainability Forum (ISF) 2025. The documented outcomes were a common set of criteria and an example of how to apply them. Changes in participant knowledge or institutional uptake were outside the scope of the evaluation.

Kata Kunci:
Infrastruktur digital, Pusat data hijau, Energi terbarukan, Pemilihan lokasi, Keberlanjutan

ABSTRAK

Pemangku kepentingan pusat data di Indonesia memerlukan kerangka bersama untuk menyaring lokasi dari sisi energi, lingkungan, infrastruktur, dan kebijakan. Kegiatan pengabdian ini merumuskan kriteria lokasi melalui telaah pustaka, diskusi kelompok terarah dengan 25 peserta dari pemerintah, industri, dan akademisi, penerapan kriteria pada contoh lokasi, serta diseminasi. Sebelum kegiatan, tim memiliki draf variabel. Setelah kegiatan, tersedia empat kriteria penyaringan, yaitu akses energi bersih dan terbarukan, iklim dan lingkungan fisik, konektivitas fisik dan digital, serta dukungan regulasi dan sosial-ekonomi. Dalam penilaian konsorsium terhadap lima kandidat, dataran tinggi Sumatra Utara dan IKN Nusantara menempati peringkat teratas dengan skor awal 7,45 dan 7,30. Pergeseran 2 poin persentase bobot dari kesesuaian iklim ke risiko bencana rendah membalik urutan keduanya. Tim menyampaikan kerangka tersebut pada Indonesia International Sustainability Forum (ISF) 2025. Hasil yang terdokumentasi mencakup tersedianya kriteria bersama dan contoh penerapannya. Evaluasi belum mengukur perubahan pengetahuan peserta atau pemanfaatan kriteria oleh instansi.

*Corresponding author: **wisnu.wijaya@prasetiyamulya.ac.id**
Peer review under responsibility of Lembaga Penelitian & Pengabdian Masyarakat Univ. Amikom Yogyakarta.
©2026 Hosting by Universitas Amikom Yogyakarta. All rights reserved.
https://doi.org/10.24076/swagati.2026v4i3.3094

1. Pendahuluan

Pertumbuhan layanan digital, termasuk komputasi awan dan kecerdasan artifisial, meningkatkan kebutuhan listrik pusat data. International Energy Agency memperkirakan bahwa pusat data menggunakan sekitar 415 TWh listrik pada 2024, setara dengan 1,5% konsumsi listrik dunia [1]. Dampaknya di tingkat daerah bergantung pada kapasitas jaringan listrik, bauran pembangkitan, dan konsentrasi fasilitas.

Kajian tentang kebutuhan energi pusat data global menekankan bahwa strategi konservasi energi perlu berjalan seiring dengan pertumbuhan kapasitas [2]. Estimasi global sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi

perangkat dan infrastruktur pendukung dapat menahan laju kenaikan konsumsi energi pusat data, tetapi ruang efisiensi tersebut terbatas ketika beban komputasi terus tumbuh [3]. Karena itu, perencanaan kapasitas baru perlu sejak awal mempertimbangkan sumber listrik dan efisiensi fasilitas.

Lokasi memengaruhi pilihan sumber listrik, kebutuhan pendinginan, paparan bahaya, dan ketersediaan air. Panduan Bank Dunia dan International Telecommunication Union (ITU) menempatkan efisiensi energi dan ketahanan iklim sebagai bagian dari perencanaan pusat data hijau [4]. Di Indonesia, Greenship Data Center menyediakan perangkat pemeringkatan untuk fasilitas pusat data [5]. Tim menggunakan prinsip tersebut untuk membahas pertanyaan yang muncul sebelum fasilitas dibangun, yaitu bagaimana menyaring kandidat lokasi dengan mempertimbangkan kebutuhan lintas sektor.

Kegiatan pada 2025 ini merupakan bagian dari inisiatif kolaboratif mengenai pengembangan pusat data hijau di Indonesia. Kajian strategis konsorsium kemudian dipublikasikan pada 2026 [6]. Artikel ini mendokumentasikan proses pelibatan mitra, perumusan kriteria, diseminasi, dan perubahan yang dapat diamati pada keluaran kegiatan. Matriks lokasi dari kajian konsorsium digunakan untuk memperlihatkan cara menerapkan kriteria pada tahap penyaringan awal.

Laporan konsorsium mencatat kapasitas pusat data Indonesia sekitar 456 MW, jauh di bawah Singapura (sekitar 1,4 GW) dan Malaysia (sekitar 1,3 GW), meskipun nilai ekonomi digital Indonesia diperkirakan sekitar USD 90 miliar pada 2024 [6]. Laporan yang sama memperkirakan potensi energi terbarukan Indonesia sekitar 3.686 GW, tetapi akses pusat data terhadap sumber tersebut masih terbatas oleh infrastruktur jaringan dan mekanisme pembiayaan [6]. Pada saat yang sama, Indonesia menargetkan emisi nol bersih pada 2060 sehingga pertumbuhan pusat data perlu diselaraskan dengan arah transisi energi [7].

Dalam penyaringan awal, kriteria perlu mencakup pertimbangan yang dapat berbeda menurut peran pemangku kepentingan. Pengembang membutuhkan daya dan konektivitas andal, penyedia energi perlu menilai kapasitas pasokan, dan pemerintah harus mempertimbangkan rencana tata ruang serta risiko lingkungan. Pendekatan multikriteria membantu menunjukkan pertimbangan yang mendorong perbedaan peringkat lokasi [8].

Literatur pemilihan lokasi juga menunjukkan bahwa perbedaan iklim setempat dapat berpengaruh nyata. Studi pemodelan di Jerman menunjukkan bahwa perpindahan lokasi dalam radius 10 km dapat menghemat energi *chiller* sirkulasi rata-rata 9,12% per tahun akibat perbedaan kondisi mesoklimat [9]. Metode pemilihan lokasi yang memasukkan integrasi energi terbarukan juga terus dikembangkan [10], sedangkan kajian di Indonesia telah memetakan tantangan dan peluang penerapan pusat data hijau [11]. Temuan dari konteks lain tersebut tidak dapat langsung dipindahkan; bobot dan indikatornya perlu dibahas ulang bersama pemangku kepentingan di Indonesia.

Mitra kegiatan meliputi pelaku industri pusat data dan komputasi awan, asosiasi industri, perwakilan regulator, serta akademisi dan pakar energi dan informatika. Pada awal kegiatan, tim dan mitra belum memiliki rumusan kriteria bersama untuk membandingkan kandidat lokasi. Inventaris awal tim mencatat 85 dari 142 fasilitas berada di wilayah Jakarta. Konsentrasi dalam inventaris ini menjadi titik tolak untuk membahas alternatif lokasi dan kebutuhan infrastruktur di luar pusat yang telah berkembang.

Kegiatan pengabdian ini bertujuan menyusun kriteria penyaringan lokasi yang dapat digunakan mitra sebagai bahan diskusi awal. Tim menyiapkan draf dari studi pustaka, membahasnya bersama mitra dalam diskusi kelompok terarah, dan menyosialisasikan hasilnya kepada pemangku kepentingan yang lebih luas.

2. Metode

Tim memfasilitasi kegiatan dalam lima tahap (Gambar 1). Pemerintah, industri, dan akademisi dilibatkan untuk menelaah relevansi kriteria awal dari sisi kebijakan, kebutuhan operasional, dan keberlanjutan. Tabel 1 merangkum sasaran serta indikator keluaran setiap tahap.



Gambar 1. Diagram alir tahapan pelaksanaan kegiatan
Sumber: Tim penulis, 2025

Tahap Persiapan dan Studi Literatur

Tim melakukan telaah pustaka naratif melalui Google Scholar dengan kata kunci "Green Data Centre", "Site Selection", dan "Indonesia". Telaah dilengkapi panduan Bank Dunia dan ITU [4] serta data sekunder tentang persebaran pusat data dan profil lokasi. Inventaris awal tim dikompilasi menggunakan direktori Data Center Map [12]. Tim menggunakan informasi tersebut untuk mengidentifikasi aspek energi, lingkungan, konektivitas, dan tata kelola yang perlu dibahas bersama mitra.

Tahap Pelaksanaan FGD

Diskusi kelompok terarah atau *focus group discussion* (FGD) dilaksanakan pada 30 Juli 2025 dan diikuti 25 peserta dari pemerintah, industri, dan akademisi. Perwakilan pemerintah membawa perspektif kebijakan energi dan tata ruang, pelaku industri membawa perspektif operasional, dan pakar memberi masukan dari sisi energi terbarukan dan informatika. Tim menelaah transkrip diskusi dan

mengelompokkan masukan berdasarkan tema pemilihan lokasi. FGD dipilih karena lazim digunakan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat untuk mempertemukan pemangku kepentingan, mengidentifikasi hambatan, dan merumuskan solusi bersama [13], [14]. Dalam kegiatan ini, tim berperan merancang kerangka diskusi, memfasilitasi FGD, merangkum masukan, dan mendiseminasikan hasil rumusan.

Tahap Perumusan dan Penerapan Kriteria

Tim menggunakan matriks multikriteria untuk mendemonstrasikan penyaringan lima kandidat dalam kajian konsorsium [6]. Jakarta dan Batam mewakili pusat yang telah berkembang, sedangkan dataran tinggi Sumatra Utara, IKN Nusantara, dan koridor Manado–Bitung mewakili alternatif. Delapan subkriteria diberi skor 1–10, dengan skor lebih tinggi menunjukkan kondisi yang lebih mendukung. Skor total dihitung dengan menjumlahkan hasil perkalian setiap skor subkriteria dengan bobotnya dalam bentuk pecahan. Bobot energi, lingkungan, infrastruktur, dan ekonomi-kebijakan masing-masing 30%, 30%, 25%, dan 15%. Energi dan lingkungan mendapat bobot gabungan 60% karena keduanya menjadi fokus penyaringan pusat data hijau. Uji sensitivitas ilustratif menggeser 2 poin persentase dari bobot iklim ke bobot risiko bencana dengan mempertahankan bobot kriteria lain. Tim juga membandingkan biaya listrik dua skenario dengan beban teknologi informasi (TI) konstan dan asumsi efisiensi serta tarif yang berbeda. Dalam kajian konsorsium, skor disusun dari sumber publik, antara lain data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), dokumen rencana tata ruang wilayah (RTRW), serta peta infrastruktur PT PLN (Persero) dan TeleGeography [6].

Tahap Diseminasi dan Sosialisasi

Diseminasi mencakup partisipasi dalam Indonesia Solar Summit dan penyampaian rumusan kepada audiens lintas sektor pada Indonesia International Sustainability Forum (ISF) di Jakarta pada 10 Oktober 2025 [15]. ISF 2025 diselenggarakan pada 10–11 Oktober 2025 di Jakarta International Convention Center oleh Kementerian Koordinator Bidang Infrastruktur dan Pembangunan Kewilayahan, Kementerian Investasi dan Hilirisasi/BKPM, serta KADIN Indonesia sebagai forum lintas sektor untuk investasi berkelanjutan [15].

Tahap Evaluasi

Evaluasi deskriptif membandingkan keluaran yang tersedia sebelum dan sesudah kegiatan dengan indikator pada Tabel 1. Dasar evaluasi meliputi draf awal, hasil perumusan, matriks, dan dokumentasi diseminasi. Evaluasi menilai keterlaksanaan dan ketersediaan alat bantu penyaringan.

Tabel 1. Tahapan kegiatan dan indikator keluaran

Tahap	Sasaran	Kegiatan inti	Indikator keluaran
Persiapan	Draf awal kriteria	Telaah pustaka dan kompilasi data sekunder	Draf variabel lokasi tersedia
Diskusi kelompok terarah	25 peserta lintas sektor, 30 Juli 2025	Pembahasan dan pengelompokan masukan mitra	Kriteria utama dirumuskan
Penerapan kriteria	Lima kandidat lokasi	Penilaian multikriteria berbobot	Contoh matriks lokasi tersedia
Diseminasi	Indonesia Solar Summit dan ISF 2025	Penghimpunan masukan dan penyampaian kerangka	Penyampaian kerangka terdokumentasi
Evaluasi	Keluaran kegiatan	Telaah dokumen kegiatan	Perubahan keluaran teridentifikasi

3. Hasil dan Pembahasan

Kondisi Awal dan Hasil Diskusi Mitra

Inventaris awal tim mencatat 85 dari 142 fasilitas (59,9%) di wilayah Jakarta, diikuti Batam (10), Bandung dan Surabaya (masing-masing 7), serta Bogor dan Denpasar (masing-masing 4). Angka tersebut menggambarkan persebaran fasilitas dalam inventaris awal yang digunakan untuk kegiatan. Direktori daring berubah setiap waktu dan cakupan setiap kelompok wilayah dapat berbeda [12].

Laporan konsorsium, yang menghitung berdasarkan kapasitas dan bukan jumlah fasilitas, memperkirakan sekitar 80% kapasitas pusat data nasional berada di koridor Jakarta–Bekasi–Karawang [6]. Konsentrasi ini terbentuk karena Jakarta menawarkan kedekatan dengan pengguna, tenaga kerja digital, dan Indonesia Internet Exchange (IIX), sementara kawasan industri di timur Jakarta, seperti Cibitung, Cikarang, dan Karawang, berkembang menjadi kampus *colocation* dan simpul interkoneksi. Laporan tersebut juga mencatat bahwa konsentrasi ini memperbesar paparan terhadap risiko gempa, banjir, dan penurunan muka tanah, menambah tekanan pada jaringan listrik Jawa–Bali yang masih banyak bergantung pada batu bara, serta memperlebar kesenjangan latensi bagi pengguna di luar Jawa, misalnya di Medan dan Makassar [6]. Batam berperan sebagai gerbang konektivitas internasional melalui kabel laut menuju Singapura, tetapi memiliki kendala iklim panas dan lembap yang serupa dengan Jakarta; hingga 2024, sembilan pusat data tercatat telah dibangun di Batam [6]. Perbedaan basis perhitungan antara inventaris tim dan laporan konsorsium perlu diperhatikan ketika kedua angka tersebut dibandingkan.

Sebelum FGD, tim memiliki draf variabel berdasarkan pustaka dan profil lokasi, sedangkan mitra belum memiliki kerangka pembanding yang dibahas bersama. Diskusi memberi ruang bagi peserta untuk menimbang kebutuhan pengembangan di luar wilayah dengan jaringan digital yang telah mapan (Gambar 2).



Gambar 2. Diskusi kelompok terarah mengenai kriteria lokasi pusat data hijau
Sumber: Dokumentasi tim penulis, 2025

Prasyarat Infrastruktur Lokasi

Dalam membandingkan lokasi, ketersediaan sumber energi di tingkat wilayah perlu dibaca bersama kapasitas jaringan, kontinuitas pasokan, dan pilihan pengadaan listrik. Demikian pula, kedekatan dengan simpul jaringan digital perlu diterjemahkan ke dalam informasi latensi dan keberadaan jalur yang dapat saling menggantikan ketika terjadi gangguan.

Dari sisi ketahanan fasilitas, Uptime Institute mengelompokkan topologi pusat data ke dalam empat tingkatan (Tier I–IV), mulai dari kapasitas dasar, komponen cadangan, kemampuan pemeliharaan tanpa menghentikan operasi (*concurrently maintainable*), hingga toleransi gangguan (*fault tolerant*) [16]. Semakin tinggi tingkat ketahanan yang dituju, semakin besar kebutuhan redundansi pasokan daya dan jalur distribusi. Karena itu, keandalan pasokan listrik dan jaringan di suatu wilayah berpengaruh pada desain dan biaya fasilitas, bukan hanya pada risiko gangguan operasi.

Efisiensi Fasilitas dan Dampak Lingkungan

Power usage effectiveness (PUE) adalah rasio energi total fasilitas terhadap energi perangkat TI. Untuk beban TI yang sama, PUE yang lebih rendah menunjukkan kebutuhan energi pendukung yang lebih kecil. Penilaian lingkungan juga memerlukan informasi mengenai sumber listrik, konsumsi air, dan risiko iklim [4]. Karena itu, setiap opsi pendinginan perlu ditelaah bersama kondisi air dan iklim setempat.

Sebagai gambaran, survei global Uptime Institute mencatat rata-rata PUE tahunan sekitar 1,58 pada 2023; artinya, setiap 1 kW beban TI rata-rata disertai sekitar 0,58 kW untuk infrastruktur pendukung [17]. Angka tersebut merupakan rata-rata responden global sehingga tidak dapat diperlakukan sebagai nilai fasilitas di Indonesia. Kajian strategi efisiensi energi dan integrasi energi terbarukan pada pusat data menempatkan sistem pendingin dan pasokan energi sebagai area utama untuk menekan dampak lingkungan [18]. Laporan konsorsium mencatat bahwa pusat data di dataran rendah yang panas dan lembap, seperti Jakarta dan Batam, cenderung bergantung pada pendinginan mekanis sepanjang tahun sehingga PUE dan konsumsi airnya lebih tinggi [6].

Kriteria Lokasi Pusat Data Hijau

Sintesis telaah pustaka dan pembahasan bersama mitra menghasilkan empat kriteria. Tabel 2 menunjukkan pertanyaan utama dalam penyaringan awal. Tabel 3 memperlihatkan delapan subkriteria yang diberi skor dalam contoh konsorsium. Beberapa pertimbangan, seperti ketersediaan air dan penerimaan masyarakat, perlu diperiksa lebih lanjut pada tingkat tapak. Rumusan ini juga mempertimbangkan model multikriteria pemilihan lokasi pusat data [8] dan pengembangan metode yang memasukkan integrasi energi terbarukan [10].

Tabel 2. Kriteria penyaringan awal lokasi pusat data hijau

No.	Kriteria	Aspek penilaian	Pertanyaan penyaringan
1	Akses energi bersih dan terbarukan	Sumber daya, keandalan jaringan, dan biaya listrik	Apakah pasokan yang andal dan terjangkau dapat diperoleh?
2	Iklim dan lingkungan fisik	Kondisi pendinginan, bahaya, dan ketersediaan air	Apakah kondisi tapak mendukung desain yang efisien dan tangguh?
3	Konektivitas fisik dan digital	Jalur serat optik, latensi, dan akses logistik	Apakah lokasi dapat dilayani oleh jaringan dan infrastruktur logistik yang memadai?
4	Dukungan regulasi dan sosial-ekonomi	Tata ruang, lahan, perizinan, penerimaan masyarakat, dan tenaga kerja	Apakah tata ruang dan daya dukung setempat memungkinkan pengembangan?

Akses energi bersih dan terbarukan. Penilaian mencakup sumber listrik, kapasitas yang tersedia untuk fasilitas, keandalan jaringan, dan biaya. Kedekatan dengan pembangkit memperlihatkan potensi pasokan, sedangkan akses aktual bergantung pada kapasitas sambungan dan skema pengadaan. Laporan konsorsium mencatat bahwa mekanisme yang saat ini paling kompetitif untuk memenuhi kebutuhan energi terbarukan pusat data adalah *Renewable Energy Certificate (REC) dari PLN,* meskipun sebagian operator *hyperscale* lebih memilih sambungan langsung ke pembangkit energi terbarukan agar sumber energinya dapat diverifikasi [6].

Iklim dan lingkungan fisik. Suhu yang lebih rendah dapat memperluas peluang penggunaan udara luar untuk pendinginan. Pemanfaatannya bergantung pada kelembapan, kualitas udara, serta desain fasilitas. Penilaian tapak juga perlu mencakup paparan bahaya dan ketersediaan air untuk pendinginan tanpa mengganggu kebutuhan masyarakat [4].

Konektivitas fisik dan digital. Penilaian memperhatikan jalur serat optik, redundansi lintasan, latensi ke simpul pertukaran internet, serta akses jalan dan simpul logistik untuk pengangkutan perangkat. Laporan konsorsium mencatat bahwa jalur serat optik darat utama

telah melintasi Sumatra Utara, tetapi lokasi di dataran tinggi masih memerlukan perpanjangan jaringan *last mile* yang dinilai sebagai investasi infrastruktur satu kali [6].

Dukungan regulasi dan sosial-ekonomi. Kesesuaian dengan rencana tata ruang, ketersediaan dan biaya lahan, penerimaan masyarakat, serta akses terhadap tenaga kerja memengaruhi kesiapan lokasi. Insentif dan fasilitas perizinan perlu diperiksa menurut ketentuan yang berlaku di lokasi yang dinilai. Laporan konsorsium juga mencatat bahwa Indonesia belum memiliki kerangka kebijakan khusus untuk pengembangan pusat data berkelanjutan sehingga penerapan prinsip pusat data hijau umumnya masih mengacu pada regulasi umum atau standar bangunan hijau nasional [6]. Di Batam, misalnya, kawasan ekonomi khusus Nongsa Digital Park menawarkan insentif fiskal dan nonfiskal bagi investasi digital [6].

Penerapan Kriteria pada Lima Kandidat Lokasi

Dalam contoh konsorsium, dataran tinggi Sumatra Utara memperoleh skor 7,45, diikuti IKN Nusantara (7,30), Sulawesi Utara (6,75), Batam (5,55), dan Jakarta (4,90) [6]. Jakarta memperoleh skor tinggi pada konektivitas serta logistik dan tenaga kerja. Bobot gabungan energi dan lingkungan yang mencapai 60% membuat keunggulan tersebut belum cukup untuk mengimbangi skor rendahnya pada kedua kriteria itu.

Tabel 3. Matriks penyaringan lima kandidat lokasi pusat data hijau

Kriteria / subkriteria	Bobot (%)	JKT	BTM	SMT	IKN	SUL
Energi	**30**	**0,90**	**1,20**	**2,70**	**2,25**	**2,25**
· Akses energi terbarukan	**15**	**2**	**3**	**10**	**7**	**8**
· Stabilitas dan biaya jaringan listrik	**15**	**4**	**5**	**8**	**8**	**7**
Lingkungan	**30**	**0,60**	**1,20**	**2,55**	**2,25**	**1,65**
· Risiko bencana rendah	**15**	**2**	**6**	**7**	**10**	**6**
· Iklim mendukung	**15**	**2**	**2**	**10**	**5**	**5**
Infrastruktur	**25**	**2,40**	**1,95**	**1,15**	**1,45**	**1,70**
· Konektivitas dan latensi	**15**	**10**	**9**	**5**	**7**	**8**
· Logistik dan tenaga kerja	**10**	**9**	**6**	**4**	**4**	**5**
Ekonomi dan kebijakan	**15**	**1,00**	**1,20**	**1,05**	**1,35**	**1,15**
· Dukungan pemerintah dan lahan	**10**	**6**	**8**	**7**	**9**	**8**
· Stabilitas sosial-politik	**5**	**8**	**8**	**7**	**9**	**7**
Skor akhir berbobot	**100**	**4,90**	**5,55**	**7,45**	**7,30**	**6,75**

JKT = Jakarta, BTM = Batam, SMT = dataran tinggi Sumatra Utara, IKN = IKN Nusantara, SUL = Sulawesi Utara. Angka pada baris kriteria adalah subtotal berbobot dan angka pada baris subkriteria adalah skor mentah. Sumber: diadaptasi dari Tabel 8 laporan konsorsium [6].

Skor dataran tinggi Sumatra Utara ditopang penilaian atas potensi panas bumi dan tenaga air serta kondisi iklim dataran tinggi. IKN memperoleh skor lebih tinggi pada subkriteria risiko bencana rendah dan dukungan pemerintah serta lahan [6]. Selisih kedua kandidat hanya 0,15 poin. Pada uji sensitivitas ilustratif, pemindahan 2 poin persentase dari bobot iklim ke risiko bencana mengubah skor Sumatra Utara menjadi 7,39 dan IKN menjadi 7,40. Perubahan urutan ini menunjukkan pentingnya membahas bobot bersama pengguna matriks sebelum menggunakannya dalam keputusan investasi. Temuan ini sejalan dengan literatur pengambilan keputusan multikriteria yang menempatkan penentuan bobot sebagai bagian penting dari proses pemilihan lokasi [8], [10].

Penjelasan skor dalam laporan konsorsium mengaitkan keunggulan dataran tinggi Sumatra Utara dengan kedekatan pada kompleks panas bumi Sarulla (330 MW) dan sistem pembangkit listrik tenaga air Asahan (lebih dari 600 MW), serta ketinggian lebih dari 1.200 m di atas permukaan laut yang mendukung pendinginan dengan udara luar [6]. IKN memperoleh nilai tertinggi pada risiko bencana rendah karena stabilitas geologinya dan nilai tinggi pada dukungan pemerintah sebagai Proyek Strategis Nasional, sementara sebagian infrastrukturnya masih dibangun [6]. Sulawesi Utara dinilai menonjol sebagai titik pendaratan kabel laut lintas Pasifik dan sebagai kandidat lokasi pemulihan bencana (*disaster recovery*) yang terpisah secara geografis dari Jawa [6]. Dengan demikian, skor akhir mencerminkan kombinasi akses energi, iklim, risiko, dan konektivitas, bukan satu faktor saja.

Skenario biaya listrik membantu menjelaskan pengaruh asumsi lokasi. Untuk beban TI konstan 10 MW selama 8.760 jam per tahun, PUE 1,6 dan tarif USD 0,10/kWh menghasilkan biaya listrik tahunan sekitar USD 14,02 juta. Dengan PUE 1,3 dan tarif USD 0,08/kWh, biaya turun menjadi sekitar USD 9,11 juta. Selisih sekitar USD 4,91 juta merupakan hasil perkalian beban TI, PUE, jam operasi, dan tarif pada tiap skenario. Estimasi ini terbatas pada listrik. Biaya sambungan, investasi, pemeliharaan, dan kelayakan memperoleh tarif tersebut memerlukan kajian tersendiri.

Diseminasi Hasil

Tim berpartisipasi dalam Indonesia Solar Summit untuk menghimpun masukan dari penyedia energi terbarukan

mengenai kesiapan jaringan dan pilihan pengadaan listrik untuk pusat data (Gambar 3).



Gambar 3. Partisipasi tim dalam Indonesia Solar Summit 2025
Sumber: Dokumentasi tim penulis, 2025

Tim menyampaikan rumusan kriteria dalam sesi tematik "Powering the Future: Advancing Green Data Centers in Indonesia" pada ISF 2025 di Jakarta (Gambar 4). Sesi ini membawa pembahasan dari kelompok perumus ke forum lintas sektor. Bagi perencana wilayah, kerangka tersebut menunjukkan kebutuhan untuk menelaah rencana tata ruang bersama rencana kelistrikan dan telekomunikasi. Bagi pengembang, kerangka memberi dasar untuk menentukan data apa yang perlu diperiksa sebelum menilai kelayakan tapak.



Gambar 4. Sesi tematik pusat data hijau pada ISF 2025
Sumber: Dokumentasi tim penulis, 2025

Evaluasi Keluaran dan Keterbatasan

Sebelum kegiatan, bahan penyaringan tersebar dalam pustaka, direktori, dan profil wilayah. Setelah kegiatan, tim memiliki empat kriteria hasil pembahasan lintas sektor dan contoh matriks untuk membandingkan lima wilayah. Dokumentasi forum menunjukkan bahwa rumusan telah disampaikan kepada pemangku kepentingan yang lebih luas. Dengan kerangka tersebut, mitra dapat menelusuri alasan dua kandidat menerima urutan yang berbeda dan mendiskusikan kembali bobot menurut kebutuhan pengguna. Perubahan yang dapat diidentifikasi melalui evaluasi ini berada pada tingkat keluaran kegiatan.

Evaluasi belum mengukur perubahan pemahaman peserta, penggunaan matriks oleh instansi, atau tindak lanjut kebijakan. Skor menggunakan data sekunder dan penilaian pada tingkat wilayah. Skor tinggi dapat membantu menyusun urutan studi kelayakan, sedangkan keputusan tapak tetap memerlukan pemeriksaan teknis, lingkungan, dan sosial yang lebih rinci. Tim perlu mendokumentasikan dasar pemberian setiap skor, termasuk indikator yang digunakan, tahun data, dan batas wilayah yang dinilai, agar pemangku kepentingan dapat memperbarui penilaian ketika kondisi berubah.

4. Kesimpulan

Kegiatan bersama mitra menghasilkan empat kriteria penyaringan awal lokasi pusat data hijau, yaitu akses energi bersih dan terbarukan, iklim dan lingkungan fisik, konektivitas fisik dan digital, serta dukungan regulasi dan sosial-ekonomi. Contoh penerapan pada lima kandidat menunjukkan bahwa pilihan bobot dapat mengubah urutan lokasi dengan skor berdekatan. Manfaat yang terdokumentasi adalah tersedianya kerangka untuk membandingkan lokasi serta diseminasi kerangka tersebut melalui forum lintas sektor.

Untuk penggunaan selanjutnya, pemerintah dan pelaku industri dapat memperbarui bobot sesuai kebutuhan fasilitas, memeriksa data spasial dan infrastruktur pada tingkat tapak, serta mencatat penggunaan kriteria dalam proses perencanaan. Pencatatan tindak lanjut mitra akan membantu menilai manfaat kegiatan di luar keluaran awal.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih kepada peserta FGD, *Indonesia Data Center Provider Organization* (IDPRO), perwakilan pemerintah, serta panitia Indonesia International Sustainability Forum 2025. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada CSIS Indonesia, Tenggara Strategics, Asosiasi Energi Surya Indonesia, dan UMBRA Strategic Legal Solutions atas kolaborasi dalam kajian pusat data hijau.

Pernyataan Penggunaan AI Generatif

Asisten AI generatif digunakan untuk membantu penyuntingan bahasa, penelusuran rujukan publik, pemeriksaan perhitungan, dan penyesuaian format naskah. Penulis bertanggung jawab atas isi naskah.

Daftar Pustaka

[1] International Energy Agency, *Energy and AI*. Paris, France: IEA, 2025. [Daring]. Tersedia: https://www.iea.org/reports/energy-and-ai. Diakses: 21 Nov. 2026.

[2] N. Lei dan E. R. Masanet, "Global data center energy demand and strategies to conserve energy," dalam *Data Center Handbook*, H. Geng, Ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2021, hlm. 15–26, doi: 10.1002/9781119597537.ch2.

[3] E. Masanet, A. Shehabi, N. Lei, S. Smith, dan J. Koomey, "Recalibrating global data center energy-use estimates," *Science*, vol. 367, no. 6481, hlm. 984–986, 2020, doi: 10.1126/science.aba3758.

[4] World Bank dan International Telecommunication Union, *Green Data Centers: Towards a Sustainable Digital Transformation – A Practitioner's Guide*. Washington, DC, USA: World Bank, 2023. [Daring]. Tersedia: https://www.worldbank.org/en/topic/digital/publication/green-data-centers-towards-a-sustainable-digital-transformation. Diakses: 21 Nov. 2026.

[5] T. Widyanto dan W. Hardjoprakoso, "Greenship Data Center – A green data centre standard for Indonesia," dalam *Proc. Int. Conf. Multidisciplinary Research for Sustainable*

Innovation, vol. 1, hlm. 492–500, 2024, doi: 10.31098/icmrsi.v1i.836.

[6] CSIS Indonesia, Tenggara Strategics, Universitas Prasetiya Mulya, UMBRA Strategic Legal Solutions, dan Indonesian Solar Energy Association (AESI), *Powering the Future: Advancing Green Data Centers in Indonesia*. Laporan penelitian. Jakarta, Indonesia: Tenggara Strategics, 2026, bab 5, tabel 8. [Daring]. Tersedia: https://tenggara.id/project/powering-the-future-advancing-green-data-centers-in-indonesia. Diakses: 21 Nov. 2026.

[7] H. Ardiansyah dan P. Ekadewi, "Pathways and recommendations on energy transition strategy to achieve net-zero emissions by 2060," dalam *Indonesia Post-Pandemic Outlook: Strategy towards Net-Zero Emissions by 2060 from the Renewables and Carbon-Neutral Energy Perspectives*, H. Ardiansyah dan P. Ekadewi, Ed. Jakarta, Indonesia: Penerbit BRIN, 2022, doi: 10.55981/brin.562.c13.

[8] T. U. Daim, A. Bhatla, dan M. Mansour, "Site selection for a data centre – a multi-criteria decision-making model," *International Journal of Sustainable Engineering*, vol. 6, no. 1, hlm. 10–22, 2013, doi: 10.1080/19397038.2012.719554.

[9] D. Turek dan P. Radgen, "Optimized data center site selection—mesoclimatic effects on data center energy consumption and costs," *Energy Efficiency*, vol. 14, no. 3, Art. no. 33, 2021, doi: 10.1007/s12053-021-09947-y.

[10] E. Ayyildiz, B. Yildirim, dan N. Aydin, "Location selection methodology for data center with renewable energy integration," *Renewable Energy*, vol. 250, Art. no. 123270, 2025, doi: 10.1016/j.renene.2025.123270.

[11] L. M. Syamsuri dan W. Pakartipangi, "Challenges and opportunities in implementing green data centers in Indonesia toward sustainable digital infrastructure," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 11, no. 6, hlm. 104–118, 2025, doi: 10.29303/jppipa.v11i6.11267.

[12] Data Center Map, "Indonesia data centers." [Daring]. Tersedia: https://www.datacentermap.com/indonesia/. Diakses: 21 Nov. 2026.

[13] A. Wijayanti dan M. Kamalrudin, "Focus group discussion sebagai upaya pengabdian masyarakat untuk transformasi digital UMKM," *JGEN: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 3, no. 1, hlm. 97–103, 2025, doi: 10.60126/jgen.v3i1.703.

[14] F. Nasiu dkk., "Pendampingan peternak tentang penguatan strategi ketersediaan pakan sapi pedaging melalui focus group discussion bersama pemangku kepentingan di Kabupaten Muna," *BAKIRA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 6, no. 2, hlm. 214–225, 2025, doi: 10.30598/bakira.2025.6.2.214-225.

[15] Kementerian Investasi dan Hilirisasi/BKPM, "ISF 2025 resmi dibuka: Dorong investasi untuk masa depan berkelanjutan," 10 Okt. 2025. [Daring]. Tersedia: https://bkpm.go.id/id/info/siaran-pers/isf-2025-resmi-dibuka-dorong-investasi-untuk-masa-depan-berkelanjutan. Diakses: 21 Nov. 2026.

[16] Uptime Institute, "Tier Standard: Topology." [Daring]. Tersedia: https://uptimeinstitute.com/resources/asset/tier-standard-topology. Diakses: 21 Nov. 2026.

[17] Uptime Institute, "Uptime Institute Global Data Center Survey 2023," 2023. [Daring]. Tersedia: https://intelligence.uptimeinstitute.com/resource/uptime-institute-global-data-center-survey-2023. Diakses: 21 Nov. 2026.

[18] E. Oró, V. Depoorter, A. Garcia, dan J. Salom, "Energy efficiency and renewable energy integration in data centres. Strategies and modelling review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 42, hlm. 429–445, 2015, doi: 10.1016/j.rser.2014.10.035.