

Analisis Literasi Energi Terbarukan Mahasiswa Pendidikan Fisika: Sikap, Perilaku Hemat Energi, Dan Niat Adopsi Teknologi

Ike Festiana^{1*}, Kartini Herlina¹, Hanifah Zakiya², dan Ryna Aulia Falamy²

¹ Program Studi S2 Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

² Program Studi S1 Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

* E-mail: ike.festiana@fkip.unila.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menganalisis data primer survei terhadap 107 mahasiswa pendidikan fisika semester 4 mengenai: (1) pengetahuan energi terbarukan dan konsep konversi energi, (2) sikap/keyakinan terkait energi dan pembelajaran, (3) perilaku hemat energi, serta (4) niat/adopsi teknologi hemat energi dan energi terbarukan. Instrumen terdiri dari 65 butir skala Likert 1–5 serta pertanyaan fasilitas pendukung di sekolah telah divaliasi oleh 3 ahli. Analisis meliputi statistik deskriptif, reliabilitas (*Cronbach's alpha*), korelasi Spearman, uji beda nonparametrik, dan regresi linier. Hasil menunjukkan skor rata-rata pengetahuan 3,81 (SD=0,52), sikap 4,25 (SD=0,55), perilaku 4,03 (SD=0,60), dan niat adopsi 3,83 (SD=0,66). Seluruh konstruk reliabel ($\alpha=0,917-0,943$). Korelasi antar konstruk signifikan dan positif, dengan hubungan terkuat antara perilaku dan niat/adopsi ($\rho=0,678$; $p<0,001$). Regresi menunjukkan pengetahuan dan sikap berkontribusi terhadap niat ($R^2=0,30$), tetapi ketika perilaku dimasukkan, perilaku menjadi prediktor dominan ($B=0,678$; $p<0,001$; $R^2=0,51$). Temuan menekankan pentingnya penguatan pemahaman konseptual dan pembiasaan perilaku hemat energi sebagai jembatan menuju adopsi teknologi.

Kata kunci: Energi Terbarukan, Literasi Energi, Niat Adopsi, Pendidikan, Perilaku Hemat Energi

Abstract

This study analyzed primary survey data from 107 of 4th semester physics education students regarding: (1) renewable energy knowledge and energy conversion concepts, (2) attitudes/beliefs related to energy and learning, (3) energy-saving behavior, and (4) intention/adoption of energy-saving technology and renewable energy. The instrument consisted of 65 items on a 1–5 Likert scale and questions about supporting facilities at school has been validated by three experts. The analysis included descriptive statistics, reliability (Cronbach's alpha), Spearman correlation, nonparametric difference test, and linear regression. The results showed an average score of 3.81 (SD=0.52) for knowledge, 4.25 (SD=0.55) for attitude, 4.03 (SD=0.60) for behavior, and 3.83 (SD=0.66) for intention/adoption. All constructs were reliable ($\alpha=0.917-0.943$). Correlations between constructs were significant and positive, with the strongest relationship between behavior and intention/adoption ($\rho=0.678$; $p<0.001$). Regression showed that knowledge and attitude contributed to intention ($R^2=0.30$), but when behavior was included, behavior became the dominant predictor ($B=0.678$; $p<0.001$; $R^2=0.51$). The findings emphasize the importance of strengthening conceptual understanding and habituating energy-saving behaviors as a bridge to technology adoption.

Keywords: Renewable Energi, Energy Literacy, Adoption Intention, Education, Energy-Saving Behavior

PENDAHULUAN

Perubahan iklim, volatilitas energi, dan kebutuhan pembangunan berkelanjutan mendorong percepatan transisi dari energi fosil menuju energi terbarukan. Transisi energi hijau menjadi isu strategis dalam mendukung pembangunan berkelanjutan di Indonesia

(Konorop, 2024). Namun, keberhasilan transisi tidak hanya ditentukan oleh sisi pasokan (pembangkit, jaringan, teknologi), melainkan juga oleh sisi permintaan: seberapa baik masyarakat memahami konsep energi, menilai pentingnya energi bersih, membangun kebiasaan hemat energi, dan memiliki niat untuk mengadopsi teknologi yang lebih efisien.

Pemerintah memiliki peran yang krusial dalam mendukung transisi energi melalui suatu kebijakan yang dapat mendorong investasi dalam energi bersih, regulasi dari emisi karbon, serta insentif bagi pencipta industri hijau (Chang et al. 2022). Pada kenyataannya, masyarakat masih banyak yang bergantung pada sumber energi yang konvensional dan tidak ramah lingkungan (Jaiswal et al. 2022). Keberhasilan transisi ini sangat bergantung pada kesiapan publik, di mana pendidikan memainkan peran sentral dalam menyelaraskan antara ketersediaan teknologi dengan pemahaman masyarakat (Setiawan & Rosid, 2024). Tanpa literasi yang memadai, investasi besar pada infrastruktur energi bersih berisiko tidak optimal karena rendahnya tingkat penerimaan dan adopsi di tingkat pengguna akhir (Ahmad & Bin Mohd Noor, 2022).

Pada konteks pendidikan, literasi energi dapat dipahami sebagai gabungan pengetahuan konseptual (misalnya sumber energi terbarukan, konversi energi pada panel surya, turbin angin, biomassa), kesadaran lingkungan, serta kemampuan mengambil keputusan terkait konsumsi energi. Literasi yang baik diharapkan membentuk sikap pro-lingkungan dan akhirnya mendorong perilaku nyata seperti penghematan listrik, pemilihan peralatan hemat energi, serta dukungan terhadap inovasi energi terbarukan. Perubahan global pada aspek lingkungan begitu cepat seperti adanya pemanasan global, pencemaran di lingkungan, dan eksploitasi dari sumber daya alam yang berlimpah menimbulkan urgensi dalam menciptakan keberlanjutan. Oleh sebab itu, diperlukan perilaku hijau untuk mengurangi dampak negative dari aktivitas manusia terhadap lingkungan (Kuswati et al, 2025).

Di lapangan, pembelajaran energi terbarukan terutama di sekolah belum selalu merata. Banyak siswa belum memahami konsep energi terbarukan karena kurangnya informasi di sekolah. Guru juga belum siap mengintegrasikan energi terbarukan dalam kurikulum dan teori hemat energi. Sebagian sudah menjadi bagian dari kurikulum, namun praktik dan media pembelajaran masih terbatas

tentang energi terbarukan. Sedangkan topik energi terbarukan erat kaitannya dengan konsep Fisika dan termasuk ke dalam kurikulum Pendidikan Fisika yang harus dibelajarkan kepada siswa dan mahasiswa calon guru Fisika.

Keterbatasan ini diperparah oleh belum meratanya integrasi kurikulum energi terbarukan yang dapat memfasilitasi eksplorasi konsep secara mendalam. Penggunaan media simulasi atau laboratorium virtual menjadi krusial untuk menjembatani keterbatasan fasilitas fisik di sekolah, sehingga siswa dapat memvisualisasikan proses konversi energi yang bersifat abstrak menjadi lebih kontekstual (Handayani & Kurniawan, 2023).

Pembelajaran energi terbarukan di sekolah belum merata dan belum optimal. Penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesadaran energi terbarukan pada siswa berbeda signifikan antar jenjang pendidikan yang mencerminkan ketidakseimbangan integrasi materi dalam sistem pendidikan (Pambudi & Nanda, 2024). Selain itu, banyak siswa masih memiliki pemahaman terbatas mengenai konsep energi terbarukan dan bahkan kesulitan membedakan sumber energi terbarukan dan non-terbarukan, yang menunjukkan perlunya penguatan pendidikan energi di sekolah (Zyadin et al. 2012). Studi lain juga menemukan bahwa tingkat kesadaran siswa masih berada pada kategori sedang dan berbeda berdasarkan tingkat kelas, bidang studi, serta sumber informasi, sehingga menunjukkan adanya ketimpangan literasi energi antar siswa dan sekolah (Karatepe, 2018). Faktor lain seperti keterbatasan integrasi materi energi terbarukan dalam kurikulum dan kebutuhan penyesuaian program pendidikan menunjukkan bahwa pendidikan energi terbarukan belum sepenuhnya terimplementasi secara sistematis dalam sistem pendidikan (Ibrahim et al. 2021). Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang lebih kontekstual dan aplikatif untuk meningkatkan literasi energi dan kesiapan siswa menghadapi transisi energi berkelanjutan.

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan pada guru-guru fisika di MGMP dan

mahasiswa calon guru fisika diperoleh hasil bahwa perbedaan fasilitas (laboratorium, akses teknologi, dan materi ajar) dapat memengaruhi kualitas pengalaman belajar. Selain itu, pengetahuan yang bersifat deklaratif (misalnya “tahu sumber energi terbarukan”) belum tentu disertai pemahaman proses (misalnya “mampu menjelaskan konversi energi”). Kesenjangan ini perlu dipetakan agar intervensi pendidikan bisa lebih tepat sasaran. Pentingnya memetakan profil tentang energi terbarukan secara komprehensif bertujuan untuk mengidentifikasi apakah perilaku hemat energi yang muncul didorong oleh pemahaman teknis yang kuat atau sekadar mengikuti norma sosial yang ada (DeWaters et al., 2021).

Berangkat dari kebutuhan tersebut, penelitian ini menggunakan data primer dari survei untuk memotret profil pengetahuan, sikap, perilaku hemat energi, dan niat/adopsi teknologi pada responden mahasiswa. Selain menggambarkan tingkat setiap konstruk, penelitian juga menganalisis hubungan antar konstruk serta mengeksplorasi indikasi peran fasilitas pendukung di sekolah.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain survei kuantitatif. Sampel terdiri dari 107 responden calon guru Fisika pada semester 4. Data primer dikumpulkan melalui formulir daring yang mencatat identitas dasar (nama, NIM, asal sekolah, lokasi kabupaten/kota), ketersediaan fasilitas pendukung di sekolah, serta 65 butir pernyataan skala Likert 1–5 (1= sangat tidak setuju/tidak sesuai sampai 5= sangat setuju/sangat sesuai).

Instrumen disusun dalam empat konstruk: (a) pengetahuan energi terbarukan dan konsep konversi energi (24 butir), (b) sikap/keyakinan terkait energi, lingkungan, dan pembelajaran (14 butir), (c) perilaku hemat energi (17 butir), dan (d) niat/adopsi teknologi hemat energi dan energi terbarukan (10 butir). Skor konstruk dihitung sebagai rata-rata butir, sehingga rentang skor 1–5 memudahkan interpretasi (semakin tinggi semakin baik/positif).

Pra-pengolahan data mencakup: (1)

standarisasi isian teks untuk tabulasi lokasi dan jenis sekolah, (2) penanganan satu butir yang terkode tidak konsisten (muncul sebagai teks “Option 1”) dengan mengonversinya menjadi skor 4 berdasarkan pola konsistensi jawaban terhadap butir sikap lainnya, dan (3) pemeriksaan data hilang. Ditemukan satu nilai hilang pada satu butir pengetahuan; nilai tersebut tidak memengaruhi skor konstruk karena skor dihitung dari rata-rata butir yang tersedia.

Analisis statistik dilakukan bertahap: (1) statistik deskriptif (mean, simpangan baku, min–maks) dan visualisasi distribusi skor; (2) uji reliabilitas internal menggunakan *Cronbach’s* alpha; (3) korelasi Spearman antar skor konstruk (dipilih karena data ordinal); (4) uji beda nonparametrik (Mann–Whitney dan Kruskal–Wallis) untuk mengeksplorasi keterkaitan fasilitas sekolah dengan skor; dan (5) regresi linier untuk memodelkan prediktor niat/adopsi. Seluruh analisis dilakukan menggunakan Python (pandas, scipy, statsmodels) dan visualisasi dibuat dengan matplotlib.

Hasil dari validasi instrument yang dilakukan 3 ahli dan penggunaan *Cronbach’s* alpha dalam penelitian ini bertujuan untuk memastikan konsistensi internal dari 65 butir instrumen, yang secara metodologis merupakan standar dalam pengembangan skala literasi energi untuk menjamin reliabilitas data sebelum analisis inferensial dilakukan. Selain itu, penggunaan uji nonparametrik dan regresi linier bertahap dipilih untuk memitigasi keterbatasan data ordinal dari skala Likert serta memastikan ketepatan model prediksi niat adopsi teknologi (Barbera et al., 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari penelitian adalah:

HASIL

Profil responden dan fasilitas pendukung di sekolah

Survei diisi oleh 107 responden calon guru fisika yang berasal dari sekolah-sekolah di

Provinsi Lampung (Tabel 1). Responden berasal dari beberapa kabupaten/kota di Provinsi Lampung dan sekitarnya; tiga lokasi terbanyak adalah Bandar Lampung (15,0%), Lampung Timur (13,1%), dan Tanggamus (12,1%). Mayoritas responden berasal dari sekolah tipe SMA (79,4%), diikuti MA/MAN (15,9%) (Tabel 2). Dari sisi fasilitas, 87,9% responden melaporkan akses teknologi (komputer/proyektor/internet) memadai; 52,3% melaporkan tersedianya materi ajar energi terbarukan; dan 40,2% melaporkan laboratorium fisika lengkap (Tabel 3 dan Gambar 1).

a) Karakteristik responden

Tabel 1. Ringkasan karakteristik responden (n=107).

Jenis sekolah	n	%
SMA	85	79.4
MA/MAN	17	15.9
Lainnya	5	4.7

b) Lokasi kabupaten/kota (10 terbanyak)

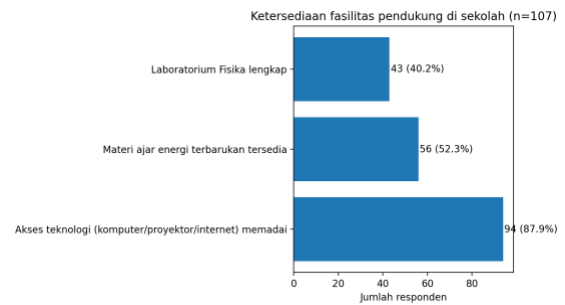
Tabel 2. Lokasi kabupaten

Kab/Kota	n	%
Bandar Lampung	16	15.0
Lampung Timur	14	13.1
Tanggamus	13	12.1
Pringsewu	9	8.4
Lampung Tengah	8	7.5
Way Kanan	6	5.6
Lampung Utara	6	5.6
Lampung Selatan	6	5.6
Tulang Bawang Barat	4	3.7
Lampung Barat	4	3.7

c) Fasilitas pendukung di sekolah (multiple response)

Tabel 3 . Fasilitas pendukung di sekolah

Fasilitas	n	%
Akses teknologi (komputer/proyektor/internet) memadai	94	87.9
Materi ajar energi terbarukan tersedia	56	52.3
Laboratorium Fisika lengkap	43	40.2



Gambar 1. Fasilitas pendukung di sekolah

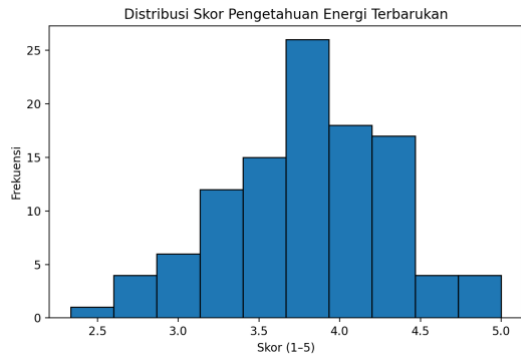
Statistik deskriptif dan reliabilitas konstruk

Secara umum, skor sikap/keyakinan dan perilaku hemat energi berada pada kategori tinggi, sedangkan pengetahuan dan niat/adopsi berada pada kategori sedang–tinggi. Tabel 4 menunjukkan ringkasan statistik dan reliabilitas. Semua konstruk memiliki reliabilitas sangat baik ($\alpha > 0,90$), menunjukkan konsistensi internal instrumen.

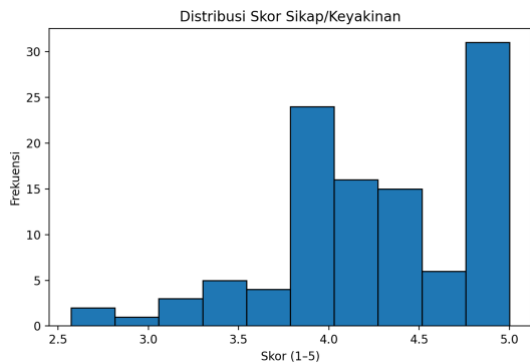
Tabel 4. Statistik deskriptif skor konstruk dan reliabilitas.

Konstruk	Jumlah item	Mean	SD	Min	Max	Cronbach's α
Pengetahuan	24	3.81	0.52	2.33	5.0	0.939
Sikap/Keyakinan	14	4.246	0.55	2.57	5.0	0.943
Perilaku hemat energi	17	4.035	0.6	2.41	5.0	0.917
Niat/adopsi teknologi	10	3.832	0.66	1.8	5.0	0.92

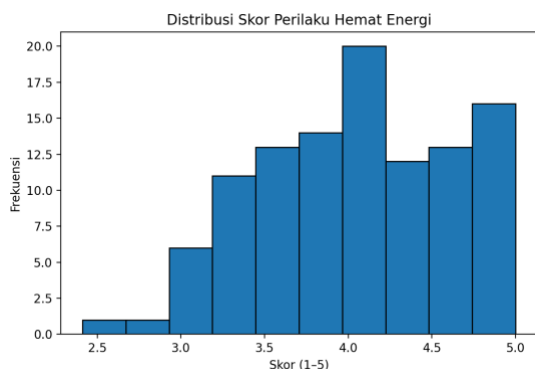
Sedangkan distribusi setiap aspek angket disajikan dalam Gambar 2 sampai dengan Gambar 5. Aspek pertama yaitu yaitu skor pengetahuan energi terbarukan disajikan pada Gambar 2, skor sikap/keyakinan pada Gambar 3, skor sikap perilaku hemat energi pada Gambar 4 dan skor niat/adopsi teknologi pada Gambar 5.



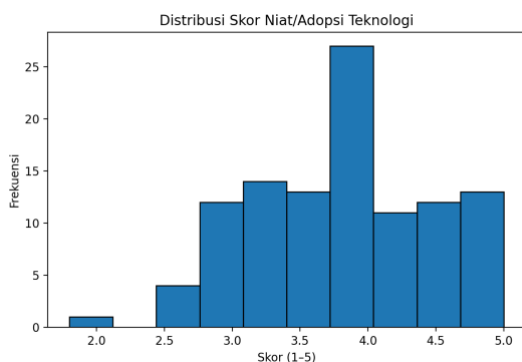
Gambar 2. Distribusi skor pengetahuan energi terbarukan.



Gambar 3. Distribusi skor sikap/keyakinan.



Gambar 4. Distribusi skor perilaku hemat energi.



Gambar 5. Distribusi skor niat/adopsi teknologi.

Analisis butir: area kuat dan area yang perlu penguatan

Analisis rata-rata per butir memberi petunjuk area kompetensi yang relatif kuat maupun yang masih memerlukan penguatan. Pada konstruk pengetahuan (Gambar 2), skor tertinggi muncul pada kemampuan menyebutkan sumber energi terbarukan dan pemahaman dasar panel surya (mean sekitar 4,11–4,21), sementara skor terendah terdapat pada kemampuan menjelaskan konversi energi (turbin angin, panel surya, biomassa) dengan mean sekitar 3,38–3,54. Pada konstruk perilaku (Gambar 4), kebiasaan memilih lampu LED dan mematikan peralatan saat tidak digunakan mendapat skor tinggi (mean sekitar 4,46–4,50), sedangkan perilaku memantau tagihan listrik dan penggunaan transportasi umum relatif lebih rendah (mean sekitar 3,63–3,69). Pada konstruk niat/adopsi (Gambar 5), dorongan membeli peralatan hemat energi tinggi, tetapi minat membeli panel surya dan pemanas air tenaga surya masih moderat (mean sekitar 3,63–3,67).

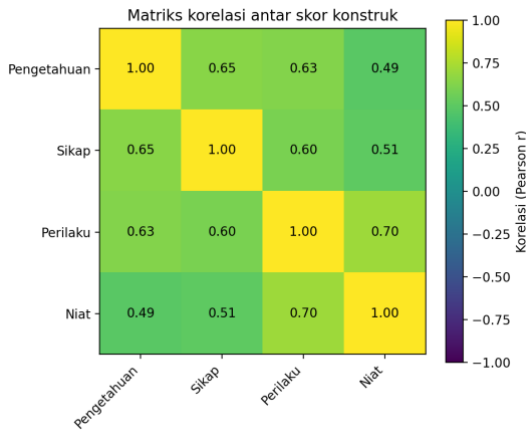
Hubungan antar konstruk

Korelasi Spearman (Tabel 5) menunjukkan seluruh hubungan antar konstruk bersifat positif dan signifikan ($p < 0,001$). Hubungan terkuat muncul antara perilaku hemat energi dan niat/adopsi teknologi ($\rho = 0,678$), diikuti pengetahuan dengan perilaku ($\rho = 0,644$) dan pengetahuan dengan sikap ($\rho = 0,579$). Temuan ini mengindikasikan bahwa responden dengan literasi energi lebih baik cenderung memiliki sikap pro-energi bersih, melaporkan perilaku hemat energi lebih tinggi, dan menunjukkan niat lebih besar untuk mengadopsi teknologi hemat energi. Sedangkan matriks korelasi antar skor konstruk disajikan pada Gambar 6 dan hubungan antar perilaku hemat energi dengan niat/adopsi teknologi disajikan pada Gambar 7.

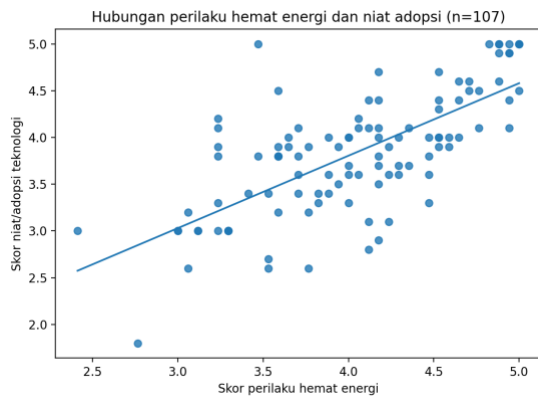
Tabel 5. Korelasi Spearman antar skor konstruk.

Pengetahuan	Sikap	Perilaku	Niat
1.0	0.579	0.644	0.488
0.579	1.0	0.566	0.499

Pengetahuan	Sikap	Perilaku	Niat
0.644	0.566	1.0	0.678
0.488	0.499	0.678	1.0



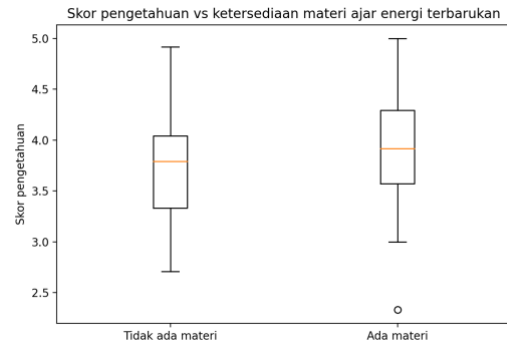
Gambar 6. Heatmap korelasi antar konstruk



Gambar 7. Hubungan perilaku hemat energi dan niat/adopsi teknologi

Eksplorasi kaitan fasilitas sekolah dengan skor (uji beda nonparametrik)

Secara umum, jumlah fasilitas (1–3 jenis fasilitas) tidak menunjukkan perbedaan signifikan terhadap skor pengetahuan, sikap, perilaku, maupun niat/adopsi (uji Kruskal–Wallis, $p > 0,05$). Namun, terdapat kecenderungan bahwa responden yang melaporkan tersedianya materi ajar energi terbarukan memiliki skor pengetahuan lebih tinggi (mean 3,91 vs 3,70; $p = 0,054$) dan skor niat/adopsi lebih tinggi (mean 3,93 vs 3,73; $p = 0,069$) (Gambar 8). Hasil ini bersifat eksploratif dan perlu dikonfirmasi dengan sampel lebih besar.



Gambar 8. Skor pengetahuan berdasarkan ketersediaan materi ajar energi terbarukan.

Model prediksi niat/adopsi teknologi

Untuk melihat kontribusi relatif pengetahuan, sikap, dan perilaku terhadap niat/adopsi, dilakukan regresi linier (Tabel 6). Model 1 (pengetahuan dan sikap) menjelaskan 30,0% variasi niat/adopsi ($R^2 = 0,30$) dan kedua prediktor signifikan. Ketika perilaku ditambahkan (Model 2), daya jelas meningkat menjadi 50,7% ($R^2 = 0,51$), dan perilaku menjadi prediktor dominan ($B = 0,678$; $p < 0,001$) sementara pengaruh pengetahuan dan sikap melemah.

Tabel 6. Hasil regresi linier untuk prediksi skor niat/adopsi.

Model	Variabel	B	SE	t	p
Model 1:	const	0.837	0.451	1.854	0.067
Niat ~					
Pengetahuan +					
Sikap					
Model 1:	skor_	0.348	0.136	2.559	0.012
Niat ~	penget				
Pengetahuan +	a-				
Pengetahuan +	huan				
Sikap					
Model 1:	skor_	0.393	0.129	3.053	0.003
Niat ~	sikap				
Pengetahuan +					
Sikap					
Model 2:	const	0.355	0.388	0.915	0.362
Niat ~					
Pengetahuan +					
Sikap +					
Perilaku					
Model 2:	skor_	0.025	0.125	0.199	0.843
Niat ~	penget				
Pengetahuan +	a-				
Pengetahuan +	huan				
Sikap +					
Perilaku					
Model 2:	skor_	0.153	0.115	1.33	0.186
Niat ~	sikap				
Pengetah					

Model	Variabel	B	SE	t	p
uan + Sikap + Perilaku					
Model 2: Niat ~ Pengetah uan + Sikap + Perilaku	skor_ perilak u	0.678	0.103	6.564	<0.001

PEMBAHASAN

Temuan utama penelitian ini menunjukkan bahwa sikap/keyakinan terkait energi bersih dan perilaku hemat energi berada pada level tinggi, sementara pengetahuan konseptual dan niat adopsi teknologi berada pada level sedang–tinggi. Pola ini dapat dipahami karena sebagian perilaku hemat energi (misalnya mematikan perangkat listrik, memilih lampu LED) bisa terbentuk melalui norma keluarga, aturan di sekolah, atau kebiasaan praktis yang tidak selalu membutuhkan pemahaman teknis mendalam. Sebaliknya, niat untuk membeli teknologi tertentu (panel surya, pemanas air tenaga surya, kendaraan listrik) lebih sensitif terhadap pertimbangan biaya awal, akses produk, dan persepsi manfaat jangka panjang, sehingga wajar jika skornya tidak setinggi perilaku hemat energi sehari-hari. Hal ini berguna untuk strategi awal pembelajaran tentang energi terbarukan.

Analisis butir menyoroti area penguatan yang jelas pada aspek pemahaman proses, terutama kemampuan menjelaskan konversi energi pada panel surya, turbin angin, dan biomassa. Ini mengindikasikan bahwa pembelajaran perlu melampaui pengenalan istilah dan contoh, menuju pemodelan konsep (misalnya diagram alir energi), eksperimen sederhana, dan pemecahan masalah kontekstual. Dengan pendekatan tersebut, pengetahuan yang terbentuk tidak hanya deklaratif (“tahu”), tetapi juga konseptual dan prosedural (“paham bagaimana dan mengapa”).

Dari sisi hubungan antar konstruk, korelasi positif yang kuat antara pengetahuan, sikap, perilaku, dan niat mendukung gagasan bahwa literasi energi merupakan sistem yang saling terkait. Pengetahuan yang lebih baik berkaitan dengan sikap pro-energi bersih, dan keduanya berkaitan dengan perilaku hemat

energi. Hubungan terkuat muncul antara perilaku dan niat/adopsi. Secara praktis, hal ini dapat diartikan bahwa kebiasaan hemat energi menjadi indikator kesiapan adopsi: individu yang sudah terbiasa menghemat energi cenderung lebih mudah menerima inovasi yang memerlukan komitmen, seperti membeli peralatan berlabel hemat energi atau mempertimbangkan investasi teknologi terbarukan.

Skor moderat pada niat adopsi teknologi seperti panel surya dan kendaraan listrik dibandingkan dengan perilaku hemat energi harian menunjukkan adanya hambatan ekonomi dan akses produk yang lebih kuat (Hasan & Rahman, 2025). Sementara perilaku hemat energi lebih mudah terbentuk melalui norma praktis di lingkungan sekolah atau keluarga, keputusan untuk mengadopsi teknologi memerlukan pertimbangan biaya awal dan persepsi manfaat jangka panjang yang lebih kompleks.

Hasil regresi memperjelas pola tersebut. Ketika hanya pengetahuan dan sikap dianalisis, keduanya berkontribusi signifikan terhadap niat/adopsi. Namun, ketika perilaku dimasukkan, perilaku menjadi prediktor dominan, sementara pengaruh pengetahuan dan sikap melemah. Temuan ini tidak otomatis menunjukkan arah kausal, tetapi memberi petunjuk bahwa pengetahuan dan sikap mungkin bekerja melalui pembentukan kebiasaan, atau sebaliknya niat dan perilaku saling menguatkan. Untuk menguji mekanisme ini, penelitian lanjutan dapat menggunakan desain longitudinal atau model mediasi.

Temuan eksploratif mengenai materi ajar energi terbarukan juga penting. Walaupun perbedaannya belum signifikan pada taraf 5%, arah hasil konsisten: ketersediaan materi ajar berkaitan dengan skor pengetahuan dan niat/adopsi yang lebih tinggi. Ini menguatkan argumen bahwa penyediaan sumber belajar yang relevan (modul, simulasi, proyek mini, atau studi kasus lokal) dapat menjadi intervensi berbiaya rendah namun berdampak. Sementara itu, akses teknologi yang tinggi belum tentu otomatis meningkatkan skor; tanpa desain pembelajaran yang tepat, teknologi dapat menjadi sekadar alat presentasi, bukan

sarana eksplorasi konsep.

Temuan ini mengonfirmasi bahwa ketersediaan sumber belajar yang relevan secara kontekstual sangat efektif dalam mengubah sikap abstrak menjadi niat tindakan yang lebih terarah. Oleh karena itu, pengembangan kerangka literasi energi berbasis konteks lokal menjadi krusial agar siswa dapat mengaitkan prinsip fisika dengan tantangan energi di lingkungan sekitar mereka (Nugraha & Suhandi, 2021).

Implikasi praktis yang dapat ditarik adalah: (1) kurikulum fisika/IPA perlu memasukkan aktivitas konversi energi yang lebih aplikatif (misalnya analisis energi pada panel surya mini, turbin angin sederhana, atau studi kasus biomassa lokal); (2) sekolah dapat mengintegrasikan audit energi sederhana (mencatat konsumsi listrik, memantau tagihan, mengidentifikasi pemborosan) untuk mendorong perilaku yang saat ini masih relatif rendah; dan (3) program literasi energi sebaiknya menghubungkan perilaku sehari-hari dengan keputusan investasi, sehingga siswa tidak hanya 'hemat' tetapi juga memahami nilai ekonomis dan lingkungan dari pilihan teknologi.

Keterbatasan penelitian ini mencakup: sampel nonacak dan dominan dari satu wilayah, potensi bias sosial pada jawaban perilaku (responden cenderung melaporkan perilaku positif), serta tidak tersedianya variabel ekonomi (misalnya pendapatan keluarga atau tagihan listrik aktual) yang relevan untuk menjelaskan niat investasi teknologi. Penelitian lanjutan dapat menambahkan indikator objektif (misalnya data konsumsi listrik), memperluas cakupan wilayah, serta menguji intervensi pembelajaran melalui desain pre-post atau eksperimen kelas.

SIMPULAN

Berdasarkan survei 107 responden, tingkat sikap pro-energi bersih dan perilaku hemat energi tergolong tinggi, sedangkan pengetahuan dan niat/adopsi teknologi berada pada kategori sedang-tinggi. Instrumen menunjukkan reliabilitas sangat baik.

Hubungan antar konstruk signifikan dan positif, dengan perilaku hemat energi berkorelasi paling kuat dengan niat/adopsi. Area penguatan utama terletak pada pemahaman konseptual konversi energi dan pembiasaan praktik audit energi (misalnya memantau tagihan listrik). Secara keseluruhan, temuan mendukung pentingnya strategi pembelajaran yang menautkan konsep, sikap, kebiasaan, dan keputusan adopsi teknologi agar transisi energi dapat didukung dari sisi perilaku.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada seluruh responden atas kontribusinya dalam meluangkan waktu untuk pengisian survei penelitian.

REFERENSI

- Ahmad, S., & Bin Mohd Noor, S. (2022). Social and psychological factors influencing the adoption of renewable energy technologies: A systematic review. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 41925-41942. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19854-4>
- Barbera, J., Ames, J. R., & Towns, M. H. (2021). Anatomy of health literacy and energy literacy instruments: A systematic review of validity and reliability evidence. *Journal of Chemical Education*, 98(7), 2115-2126. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01428>
- Chang, Kai, Chenqi Xue, Huijia Zhang, and Yonghong Zeng. (2022). The Effects of Green Fiscal Policies and R&D Investment on a Firm's Market Value: New Evidence from the Renewable Energy Industry in China. *Energy*, 251, 123953. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123953>
- DeWaters, J., Powers, S., & Dhaniyala, S. (2021). Energy literacy in secondary schools: A review of national programs

- and student outcomes. *Journal of Cleaner Production*, 292, 126010. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126010>
- Handayani, S., & Kurniawan, A. (2023). Virtual labs and renewable energy simulation: Bridging the gap in physics education for rural areas. *Indonesian Journal of Science Education*, 12(2), 145-158.
- Hasan, M., & Rahman, S. (2025). Financial vs. behavioral barriers in residential renewable energy adoption: A cross-sectional analysis. *Renewable Energy Focus*, 48, 100512. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2024.100512>
- Ibrahim, M. A., et al. (2021). Knowledge, perception and awareness of renewable energy by engineering students in Nigeria: A need for curriculum adjustment. *Cleaner Engineering and Technology*, 4, 100388. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100388>
- Jaiswal, Krishna Kumar, Chandrama Roy Chowdhury, Deepti Yadav, Ravikant Verma, Swapnamoy Dutta, Km Smriti Jaiswal, and Karthik Selva Kumar Karuppasamy. (2022). Renewable and Sustainable Clean Energy Development and Impact on Social, Economic, and Environmental Health. *Energy Nexus*, 7, 100118. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100118>
- Karatepe, Y., Neşe, S. V., Keçebaş, A., & Yumurtacı, M. (2018). Awareness of secondary school students about renewable energy sources. *Renewable Energy*, 116, 741–748. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.09.034>
- Konorop, S. Y. (2024). Ekonomi Hijau dan Transisi Energi: Tantangan Kebijakan Pemerintah dalam Menghadapi Perubahan Iklim. *Jurnal Intelek Dan Cendekiawan Nusantara*, 1(6), 11368-11383.
- Kuswati, R., Waskito, J., Pramesti, D. A., & Rahardi, R. A. M. (2025). *Perilaku Konsumen Pro-Lingkungan: Konsep Dan Teori Yang Mendasari Perilaku*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Nugraha, I., & Suhandi, A. (2021). Developing a context-based energy literacy framework for secondary school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 012005. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012005>
- Pambudi, N. A., & Nanda, I. R. (2024). Renewable energy education and awareness among Indonesian students: Exploring challenges and opportunities for a sustainable future. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 63, 103631. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2024.103631>
- Setiawan, B., & Rosid, M. S. (2024). Indonesia's energy transition path: Challenges in public awareness and education. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14(1), 12-25.
- Zyadin, A., Puhakka, A., Ahponen, P., & Pelkonen, P. (2012). School students' knowledge, perceptions, and attitudes toward renewable energy. *Renewable Energy*, 45, 78–85. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.02.002>