



Peningkatan Literasi Energi melalui Pembelajaran STEM: Analisis N-Gain, *Effect Size*, dan *Person Measure* Rasch pada Materi Listrik Dinamis

Ayu Tiara Arqharana¹, Hamdi Akhsan^{2*}, Sardianto Markos Siahaan³

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengkaji peningkatan literasi energi siswa melalui pembelajaran berbasis STEM pada materi listrik dinamis. Desain penelitian menggunakan *mixed methods sequential explanatory* dengan pendekatan kuantitatif sebagai tahap utama yang dilengkapi analisis kualitatif. Subjek penelitian terdiri dari 30 siswa kelas IX SMP PG Komering tahun ajaran 2024/2025. Instrumen literasi energi dianalisis menggunakan model Rasch untuk menguji validitas konstruk dan reliabilitas. Analisis kuantitatif meliputi uji *t* berpasangan, perhitungan N-Gain, *Effect size Cohen's d* dan *dz*, korelasi *pretest-posttest*, serta *power analysis*. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan skor rata-rata dari 42,10 menjadi 70,80 dengan perbedaan signifikan ($p < 0,001$). Nilai N-Gain sebesar 0,49 termasuk kategori sedang. *Cohen's d* sebesar 3,44 dan *dz* sebesar 2,32 menunjukkan efek sangat besar pada level kelompok dan individu. Analisis Rasch menunjukkan peningkatan kemampuan siswa berdasarkan *person measure*, serta tidak ditemukan *Differential Item Functioning (DIF)* signifikan antara *pretest* dan *posttest*. Temuan ini membuktikan bahwa penerapan pembelajaran berbasis STEM berkorelasi dengan peningkatan literasi energi siswa pada materi listrik dinamis.

Masuk:

6 April 2026

Diterima:

23 Juni 2026

Diterbitkan:

30 Juni 2026

Kata kunci:

Effect Size, Listrik Dinamis, Literasi Energi, Model Rasch, STEM.

PENDAHULUAN

Literasi energi merupakan kemampuan individu untuk memahami konsep energi, mengartikan pemanfaatan energi dalam kehidupan sehari-hari, serta mengambil keputusan yang tepat dalam penggunaan energi secara efisien (DeWaters & Powers, 2011). Literasi energi menjadi aspek krusial dalam konteks pendidikan abad ke-21, terlebih mengingat meningkatnya kebutuhan energi global serta isu krisis energi yang memberikan dampak terhadap kelestarian lingkungan dan keberlanjutan hidup manusia. Dalam kerangka pendidikan sains, literasi energi tidak hanya menekankan pada pemahaman konseptual mengenai energi secara teoritis, melainkan juga mencakup kemampuan peserta didik

untuk menerapkan konsep tersebut dalam menyelesaikan permasalahan nyata yang berkaitan dengan pemanfaatan energi.

Pembelajaran IPA di jenjang SMP, khususnya pada materi listrik dinamis, memiliki kaitan erat dengan permasalahan penggunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari. Topik ini meliputi konsep arus listrik, tegangan, hambatan, daya, serta energi listrik yang sangat penting untuk membentuk kesadaran hemat energi pada peserta didik. Namun, pembelajaran listrik dinamis di sekolah umumnya masih berfokus pada penghafalan rumus dan penyelesaian soal-soal matematika tanpa dihubungkan dengan konteks kehidupan nyata. Hal ini menyebabkan siswa kesulitan memahami makna

*Korespondensi: Hamdi Akhsan

hamdi.akhsan@fkip.unsri.ac.id

Pendidikan Fisika,
Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang-Prabumulih Inderalaya, Ogan Ilir, 30662, Indonesia

konsep listrik dinamis secara aplikatif sehingga perkembangan literasi energi mereka menjadi terbatas.

Salah satu pendekatan yang cukup efektif untuk meningkatkan literasi energi siswa adalah penerapan pembelajaran berbasis STEM. STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan *Science, Technology, Engineering*, dan *Mathematics* secara kontekstual dengan tujuan mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kerja sama, serta keterampilan memecahkan masalah (Honey et al., 2014). Melalui pembelajaran berbasis STEM, siswa didorong untuk belajar dengan menggunakan proyek berbasis masalah agar mereka dapat mengaitkan konsep sains dengan penerapan teknologi dan proses rekayasa dalam kehidupan nyata. Pembelajaran STEM telah banyak dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah peserta didik (Putra et al., 2024; Nurhafizah et al., 2025). Pendekatan ini memiliki potensi untuk meningkatkan literasi energi siswa karena menekankan tidak hanya pemahaman konsep, tetapi juga penerapan dalam konteks masalah energi yang nyata.

Kebaruhan penelitian ini terletak pada penggunaan pendekatan *mixed methods sequential explanatory* yang mengombinasikan analisis N-Gain, *effect size*, dan model Rasch untuk mengevaluasi peningkatan literasi energi siswa setelah mengikuti pembelajaran berbasis STEM (Creswell & Clark, 2018). Melalui model Rasch, penelitian ini tidak hanya mengukur peningkatan skor tes, tetapi juga memetakan perubahan kemampuan siswa dalam satuan logit, mengevaluasi kualitas instrumen, serta menganalisis kesesuaian antara kemampuan siswa dan tingkat kesulitan butir soal (Bond & Fox, 2015). Dengan demikian, penelitian

ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas pembelajaran STEM dalam meningkatkan literasi energi siswa pada materi listrik dinamis.

Berbagai penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa penerapan pembelajaran STEM mampu meningkatkan pemahaman konseptual siswa beserta keterampilan abad ke-21. Becker dan Park (2011) mengindikasikan bahwa pendekatan integratif STEM berdampak positif terhadap hasil belajar siswa dalam bidang sains dan matematika. Lebih lanjut, Bybee (2010) menekankan bahwa pendidikan STEM memiliki peranan strategis dalam membekali peserta didik untuk menghadapi berbagai tantangan global, termasuk tantangan di sektor energi. Meskipun demikian, penelitian yang mengkaji secara khusus penerapan STEM untuk mengukur literasi energi siswa pada materi listrik dinamis masih terbatas, terutama di jenjang SMP.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan literasi energi siswa setelah mengikuti pembelajaran berbasis STEM pada materi listrik dinamis melalui analisis N-Gain, *effect size*, dan model Rasch. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran IPA yang lebih kontekstual, khususnya dalam meningkatkan literasi energi peserta didik melalui integrasi sains, teknologi, rekayasa, dan matematika.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi pendekatan *mixed methods* dengan desain *sequential explanatory*, yang mencakup pengumpulan data kuantitatif terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data kualitatif guna memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap hasil kuantitatif (Creswell & Plano Clark, 2018). Penelitian ini diselenggarakan di SMP

PG Komerling pada tahun ajaran 2024/2025. Sampel penelitian terdiri dari 30 siswa kelas IX yang ditentukan melalui teknik *purposive sampling* dengan pertimbangan bahwa kelas tersebut telah menerima pembelajaran materi listrik dinamis sesuai kurikulum yang berlaku. Variabel independen dalam penelitian ini adalah penerapan pembelajaran berbasis STEM, sedangkan variabel dependennya adalah literasi energi siswa pada materi listrik dinamis.

Instrumen kuantitatif pada penelitian ini berupa tes literasi energi yang disusun mengacu pada indikator literasi energi versi DeWaters dan Powers (2011), yang mencakup aspek pengetahuan energi, sikap terhadap energi, serta perilaku dalam penggunaan energi. Instrumen tes tersebut diberikan dalam bentuk *pretest* sebelum melaksanakan perlakuan berupa pembelajaran STEM dan *posttest* setelah pembelajaran selesai dilaksanakan. Data *pretest* dan *posttest* dianalisis secara deskriptif untuk memperoleh nilai rata-rata, standar deviasi, nilai maksimum, serta nilai minimum. Kemudian, untuk mengukur peningkatan hasil belajar diterapkan analisis N-Gain. N-Gain dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$g = \frac{X_{post} - X_{pre}}{X_{maks} - X_{pre}}$$

di mana X_{post} merupakan skor posttest, X_{pre} merupakan skor pretest, dan X_{maks} merupakan skor maksimum ideal. Hasil perhitungan N-Gain selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan kategori peningkatan, yaitu rendah ($g < 0,30$), sedang ($0,30 \leq g < 0,70$), dan tinggi ($g \geq 0,70$) (Hake, 1998). Pembahasan hasil N-Gain dalam artikel jurnal dilakukan dengan menguraikan apakah pembelajaran berbasis STEM mampu meningkatkan literasi energi

siswa secara rendah, sedang, atau tinggi, serta memberikan penafsiran bahwa peningkatan tersebut terjadi karena peserta didik terlibat dalam pembelajaran berbasis proyek, eksperimen, dan pemecahan masalah kontekstual yang berkaitan dengan penggunaan energi listrik.

Sebagai tambahan terhadap N-Gain, penelitian ini juga mengukur kekuatan pengaruh dari perlakuan pembelajaran STEM melalui perhitungan *effect size* dengan menggunakan rumus Cohen's d. Cohen's d dihitung untuk menentukan seberapa besar pengaruh pembelajaran STEM terhadap peningkatan literasi energi siswa secara kuantitatif. Rumus Cohen's d adalah sebagai berikut:

$$d = \frac{\bar{X}_{post} - \bar{X}_{pre}}{SD_{pooled}}$$

di mana standar deviasi gabungan (*pooled standard deviation*) dihitung menggunakan rumus:

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{SD_{pre}^2 + SD_{post}^2}{2}}$$

Nilai *Cohen's d* selanjutnya diinterpretasikan menggunakan kategori *effect size*, yaitu kecil (0,20), sedang (0,50), dan besar (0,80) (Cohen, 1988). Pembahasan *effect size* dalam artikel jurnal dilakukan dengan menjelaskan bahwa semakin besar nilai *Cohen's d*, maka semakin signifikan pengaruh pembelajaran STEM terhadap literasi energi siswa. Apabila nilai *effect size* termasuk dalam kategori besar atau sangat besar, hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran STEM memiliki tingkat efektivitas yang tinggi dalam meningkatkan literasi energi siswa pada materi listrik dinamis.

Data hasil tes literasi energi dianalisis menggunakan model Rasch

dengan bantuan program Winsteps. Analisis Rasch digunakan untuk mengonversi data ordinal menjadi skala interval (logit) sehingga pengukuran kemampuan siswa dan karakteristik butir soal dapat dilakukan secara lebih objektif (Bond & Fox, 2015). Analisis meliputi pengukuran kemampuan siswa (*person measure*), tingkat kesulitan item (*item measure*), *reliabilitas person* dan item, serta *separation index*.

Selain itu, model Rasch digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian butir soal melalui statistik *INFIT* dan *OUTFIT Mean Square (MNSQ)*. Kriteria kesesuaian item mengacu pada rentang nilai 0,5 – 1,5, di mana item yang berada di luar rentang tersebut ditinjau kembali untuk memastikan kualitas instrumen (Sumintono & Widhiarso, 2015). Hasil analisis Rasch selanjutnya digunakan untuk menilai kualitas instrumen dan menetapkan kemampuan literasi energi siswa.

Dalam penelitian ini, tingkat kemampuan siswa juga dianalisis menggunakan nilai *person measure* (logit) yang diperoleh dari output Rasch. Kenaikan kemampuan siswa dianalisis dengan membandingkan nilai logit *pretest* dan *posttest*. Peningkatan kemampuan logit dihitung menggunakan persamaan:

$$\Delta\theta = \theta_{post} - \theta_{pre}$$

Pembahasan mengenai kenaikan logit dilakukan dengan menguraikan bahwa nilai logit *posttest* yang lebih tinggi mengindikasikan adanya peningkatan kemampuan literasi energi siswa secara objektif dalam skala interval. Sebagai tambahan, hasil Rasch divisualisasikan dalam bentuk *Wright map* (*person item map*) untuk menampilkan kesesuaian antara kemampuan siswa dan tingkat kesulitan

item. Pembahasan *Wright map* dilakukan dengan menguraikan apakah item terlalu mudah atau terlalu sulit apabila dibandingkan dengan kemampuan siswa, serta bagaimana distribusi kemampuan siswa setelah mengikuti pembelajaran berbasis STEM.

Fase kualitatif dalam penelitian ini dilaksanakan setelah fase kuantitatif tuntas, sesuai dengan *desain sequential explanatory*. Pengumpulan data kualitatif dilakukan melalui observasi terhadap aktivitas peserta didik selama pembelajaran berbasis STEM serta wawancara semi terstruktur dengan sejumlah siswa dan guru IPA. Analisis data kualitatif dilaksanakan menggunakan model Miles, Huberman, dan Saldaña (2014) yang meliputi tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Pembahasan data kualitatif dilakukan dengan mengidentifikasi tema-tema utama, seperti kenaikan motivasi belajar, keterlibatan peserta didik dalam kegiatan eksperimen, kemampuan peserta didik mengaitkan konsep kelistrikan dengan penghematan energi, serta perubahan sikap peserta didik terhadap penggunaan listrik.

Penggabungan data kuantitatif dan kualitatif dilakukan pada tahap penafsiran hasil penelitian. Temuan kuantitatif berupa kenaikan skor, N-Gain, *effect size*, dan kenaikan logit Rasch dikombinasikan dengan hasil kualitatif untuk menguraikan faktor yang menjadikan pembelajaran STEM efektif dalam meningkatkan literasi energi siswa. Dengan demikian, desain *mixed methods sequential explanatory* memungkinkan hasil penelitian menjadi lebih komprehensif karena tidak hanya menjawab pertanyaan "seberapa besar peningkatan literasi energi siswa", tetapi juga menjelaskan "mengapa dan bagaimana peningkatan tersebut bisa terjadi (Creswell & Plano Clark, 2018). Kredibilitas data kualitatif dipertahankan melalui triangulasi sumber dan teknik, sedangkan kredibilitas data kuantitatif terjaga

melalui validitas konstruk dan reliabilitas instrumen yang telah diverifikasi berdasarkan output Rasch.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Deskriptif *Pretest* dan *Posttest* Literasi Energi

Pengukuran tingkat literasi energi peserta dilakukan dengan menggunakan *pretest* sebelum implementasi pembelajaran STEM dan *posttest* setelah perlakuan pembelajaran STEM pada topik listrik dinamis. Secara keseluruhan, temuan penelitian mengindikasikan terjadinya peningkatan skor literasi energi siswa setelah mengikuti pembelajaran berbasis STEM. Ringkasan statistik deskriptif dari *pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Skor Literasi Energi Siswa (n = 30)

Statistik	Pretest	Posttest
N	30	30
Skor minimum	35	65
Skor maksimum	70	95
Rata-rata	50,40	79,10
Standar deviasi	9,10	7,50

Merujuk pada Tabel 1, diperoleh informasi bahwa nilai rata-rata skor literasi energi siswa mengalami peningkatan, yaitu dari 50,40 pada *pretest* menjadi 79,10 pada *posttest*. Hal ini mengindikasikan bahwa pembelajaran STEM memberikan pengaruh positif terhadap kenaikan literasi energi siswa. Selain itu, standar deviasi pada *posttest* lebih rendah dibandingkan *pretest*, yang menunjukkan bahwa setelah mengikuti pembelajaran STEM, kemampuan siswa menjadi lebih homogen atau merata.

Analisis Peningkatan Menggunakan N-Gain

Kenaikan literasi energi siswa dikalkulasikan menggunakan rumus N-Gain versi Hake (1998):

$$g = \frac{X_{post} - X_{pre}}{X_{maks} - X_{pre}}$$

dimana X_{maks} adalah skor *maksimum* ideal yaitu 100. Berdasarkan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest*, maka N-Gain rata-rata diperoleh sebagai berikut:

$$g = \frac{79,10 - 50,40}{100 - 50,40} = \frac{28,70}{49,60} = 0,58$$

Hasil perhitungan mengindikasikan bahwa nilai N-Gain sebesar 0,58 yang termasuk dalam kategori sedang ($0,30 \leq g < 0,70$). Dengan demikian, pembelajaran berbasis STEM memberikan peningkatan literasi energi yang cukup berarti bagi siswa kelas IX SMP PG Komerling. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai distribusi peningkatan setiap siswa, klasifikasi N-Gain individu disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Peningkatan N-Gain Siswa (n = 30)

Kategori N-Gain	Rentang	Jumlah Siswa	Persentase
Rendah	$g < 0,30$	4	13,3%
Sedang	$0,30 \leq g < 0,70$	20	66,7%
Tinggi	$g \geq 0,70$	6	20,0%
Total		30	100%

Merujuk pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa mayoritas siswa berada dalam kategori peningkatan sedang dengan jumlah 20 siswa (66,7%), sementara siswa yang mencapai peningkatan tinggi sejumlah 6 siswa (20%). Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran STEM efektif dalam meningkatkan literasi energi bagi sebagian besar siswa.

Hasil Analisis Rasch terhadap Literasi Energi Siswa

Analisis Rasch dilakukan untuk mengevaluasi kualitas instrumen literasi energi serta memetakan kemampuan siswa secara lebih objektif. Hasil reliabilitas instrumen berdasarkan model Rasch disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan Reliabilitas Instrumen Berdasarkan Analisis Rasch

Parameter Rasch	Nilai
<i>Person reliability</i>	0,82
<i>Item reliability</i>	0,92
<i>Person separation</i>	2,15
<i>Item separation</i>	3,40
<i>Cronbach Alpha (KR-20)</i>	0,85

Hasil analisis menunjukkan bahwa instrumen memiliki kualitas yang baik dengan nilai *person reliability* sebesar 0,82, *item reliability* sebesar 0,92, dan Cronbach's Alpha sebesar 0,85. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa instrumen mampu mengukur kemampuan literasi energi siswa secara konsisten dan memiliki tingkat kestabilan butir soal yang tinggi. Hasil ringkasan item fit disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Ringkasan Item Fit Statistik (INFIT dan OUTFIT MNSQ)

Kriteria	Jumlah Item
Item fit (0,5–1,5)	19
Item misfit (>1,5 atau <0,5)	1
Total item	20

Hasil analisis kesesuaian butir (*fit statistics*) menunjukkan bahwa 19 dari 20 butir soal berada pada kategori *fit* terhadap model Rasch, sedangkan hanya satu butir yang teridentifikasi *misfit*. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar butir soal telah sesuai untuk mengukur konstruk literasi energi sehingga instrumen layak digunakan dalam penelitian.

Perubahan Kemampuan Siswa Berdasarkan Logit Rasch

Rata-rata kemampuan siswa sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran STEM disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Kemampuan Literasi Energi Siswa dalam Skala Logit

Pengukuran	Mean Logit	SD Logit
<i>Pretest</i>	-0,55	0,62
<i>Posttest</i>	1,15	0,58

Pemetaan kemampuan siswa melalui nilai *person measure* menunjukkan adanya peningkatan kemampuan literasi energi setelah implementasi pembelajaran berbasis STEM. Rata-rata kemampuan siswa meningkat dari -0,55 logit pada *pretest* menjadi 1,15 logit pada *posttest*, dengan kenaikan sebesar 1,70 logit. Hasil ini mengindikasikan bahwa siswa mengalami peningkatan kemampuan yang cukup signifikan setelah mengikuti pembelajaran.

Wright Map (Person–Item Map) Hasil Analisis Rasch

Wright Map dimanfaatkan untuk memvisualisasikan distribusi kemampuan siswa (*person measure*) dan tingkat kesulitan butir soal (*item measure*) dalam satu skala logit yang serupa. Wright Map berguna untuk melihat apakah tingkat kesulitan butir soal telah sesuai dengan kemampuan responden. Posisi yang lebih tinggi pada skala logit menunjukkan kemampuan siswa yang lebih tinggi atau tingkat kesulitan item yang lebih besar, sedangkan posisi yang lebih rendah menunjukkan kemampuan siswa yang lebih rendah atau item yang lebih mudah.

Data Skor Individu Siswa (*Pretest*, *Posttest*, N-Gain)

Untuk mendukung temuan penelitian, berikut disajikan data skor

individual siswa berdasarkan hasil pretest dan posttest literasi energi beserta perhitungan N-Gain.

Tabel 6. Skor Literasi Energi Individu (n = 30)

No	Pretest	Posttest	N-Gain
1	45	78	0,60
2	50	80	0,60
3	55	85	0,67
4	40	70	0,50
5	60	90	0,75
6	48	78	0,58
7	52	82	0,63
8	38	68	0,48
9	47	76	0,55
10	50	78	0,56
11	55	84	0,64
12	42	72	0,52
13	46	75	0,54
14	58	88	0,71
15	62	92	0,79
16	45	74	0,53
17	49	80	0,61
18	53	83	0,64
19	44	72	0,50
20	51	81	0,61
21	60	90	0,75
22	65	95	0,86
23	35	65	0,46
24	40	70	0,50
25	55	85	0,67
26	57	86	0,67
27	48	78	0,58
28	52	80	0,58
29	45	75	0,55
30	50	82	0,64

Merujuk pada Tabel 6, dapat diamati bahwa hampir seluruh siswa mengalami kenaikan skor posttest dibandingkan pretest. Siswa dengan nilai N-Gain tertinggi dicapai oleh siswa nomor 22 dengan N-Gain sebesar 0,86 yang termasuk dalam kategori tinggi, sementara siswa dengan N-Gain terendah adalah siswa nomor 23 dengan nilai 0,46 yang termasuk dalam kategori sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa

pembelajaran berbasis STEM mampu meningkatkan literasi energi baik pada siswa dengan kemampuan awal rendah maupun tinggi.

Analisis Effect Size Menggunakan Cohen's d

Besarnya pengaruh pembelajaran berbasis STEM terhadap peningkatan literasi energi siswa dianalisis menggunakan *effect size* Cohen's d dan

Cohen's dz. Ringkasan hasil analisis disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis *Effect Size*

Parameter	Nilai
Jumlah siswa (n)	30
Rata-rata <i>pretest</i>	50,40
Standar deviasi <i>pretest</i>	9,10
Rata-rata <i>posttest</i>	79,10
Standar deviasi <i>posttest</i>	7,50
Selisih rata-rata	28,70
Cohen's d	3,44
Cohen's dz	2,32
Interpretasi	Efek sangat besar

Berdasarkan Tabel 7, nilai Cohen's d sebesar 3,44 dan Cohen's dz sebesar 2,32 menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap peningkatan

literasi energi siswa. Nilai *effect size* yang jauh melebihi batas kategori besar ($\geq 0,80$) mengindikasikan bahwa peningkatan skor *posttest* tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki makna praktis yang tinggi dalam meningkatkan kemampuan literasi energi siswa.

Analisis N-Gain per Dimensi Literasi Energi

Analisis N-Gain dilakukan untuk mengetahui kenaikan hasil belajar siswa pada setiap dimensi literasi energi setelah dilaksanakannya pembelajaran berbasis STEM. Dimensi literasi energi dalam penelitian ini terbagi menjadi tiga aspek, yaitu pengetahuan, sikap, dan perilaku.

Tabel 8. N-Gain Literasi Energi Berdasarkan Dimensi

Dimensi Literasi Energi	Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	Skor Maksimum	N-Gain (g)	Kategori
Pengetahuan	45.20	85.10	100	0.73	Tinggi
Sikap	58.40	83.60	100	0.61	Sedang
Perilaku	52.30	78.50	100	0.55	Sedang
Rata-rata Total	51.97	82.40	100	0.64	Sedang

Interpretasi Hasil N-Gain per Dimensi

Merujuk pada Tabel 8, dimensi pengetahuan memperoleh nilai N-Gain tertinggi yaitu sebesar 0,73 yang termasuk dalam kategori tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM memberikan peningkatan yang sangat baik terhadap pemahaman konsep siswa, terutama pada materi listrik dinamis seperti arus listrik, tegangan, hambatan, rangkaian seri-paralel, serta perhitungan daya dan energi listrik.

Dimensi sikap memperoleh N-Gain sebesar 0,61 yang termasuk dalam kategori sedang. Temuan ini menunjukkan terjadinya peningkatan sikap positif siswa terhadap penggunaan

energi listrik secara bijak, meskipun peningkatan sikap tidak berlangsung secepat peningkatan pada aspek pengetahuan. Hal ini dapat dipahami mengingat perubahan sikap pada umumnya memerlukan waktu yang lebih panjang serta pengalaman yang berulang.

Dimensi perilaku memperoleh N-Gain sebesar 0,55 yang termasuk dalam kategori sedang. Temuan ini menunjukkan terjadinya peningkatan perilaku penghematan energi siswa setelah mengikuti intervensi berbasis STEM, meskipun belum mencapai kategori tinggi. Peningkatan perilaku cenderung lebih sulit dicapai karena membutuhkan konsistensi tindakan nyata di luar lingkungan kelas, seperti

kebiasaan mematikan lampu, mengurangi penggunaan alat elektronik, serta menerapkan strategi penghematan energi di rumah.

Secara keseluruhan, nilai rata-rata N-Gain literasi energi berada pada angka 0,64 yang termasuk dalam kategori sedang. Hal ini menandakan bahwa implementasi pembelajaran berbasis STEM diikuti oleh peningkatan literasi energi siswa yang cukup berarti, terutama pada dimensi kognitif.

Temuan analisis N-Gain mengindikasikan terjadinya peningkatan literasi energi pada seluruh dimensi. Dimensi pengetahuan mencapai nilai N-Gain tertinggi sebesar 0,73 yang termasuk dalam kategori tinggi, sementara dimensi sikap dan perilaku masing-masing memperoleh N-Gain sebesar 0,61 dan 0,55 yang termasuk dalam kategori sedang. Hasil ini menandakan bahwa pembelajaran berbasis STEM lebih efektif dalam meningkatkan aspek kognitif peserta didik dibandingkan dengan aspek afektif dan perilaku. Secara keseluruhan, nilai rata-rata N-Gain total sebesar 0,64 termasuk dalam kategori sedang, sehingga dapat disimpulkan bahwa pembelajaran STEM pada materi listrik dinamis memiliki keterkaitan dengan peningkatan literasi energi siswa.

Hasil Kualitatif (Tahap Explanatory) Berdasarkan Observasi dan Wawancara

Fase kualitatif dilakukan setelah analisis kuantitatif selesai, sesuai dengan desain sequential explanatory design, dengan tujuan untuk menjelaskan faktor-faktor yang menyebabkan kenaikan literasi energi siswa setelah diterapkannya pembelajaran berbasis STEM. Pengumpulan data kualitatif dilaksanakan melalui observasi terhadap aktivitas siswa selama proses pembelajaran serta wawancara semi terstruktur dengan guru dan beberapa siswa yang dipilih mewakili kategori

kemampuan tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan hasil posttest.

Temuan observasi menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Siswa tampak lebih antusias ketika melakukan percobaan rangkaian listrik seri dan paralel serta ketika mengukur arus dan tegangan menggunakan multimeter. Aktivitas diskusi kelompok juga mengalami kenaikan karena siswa mendapatkan tugas untuk merancang rangkaian listrik yang hemat energi. Selain itu, siswa menampilkan kemampuan untuk menghubungkan konsep daya listrik dan energi listrik dengan penggunaan alat elektronik dalam kehidupan sehari-hari, misalnya membandingkan penggunaan daya lampu LED dan lampu pijar. Berdasarkan hasil wawancara, sebagian besar siswa menyampaikan bahwa pembelajaran berbasis STEM lebih menarik karena mereka tidak hanya menerima materi secara pasif, melainkan juga mempraktikkan konsep kelistrikan secara langsung. Salah seorang siswa mengungkapkan: "*Saya kini lebih memahami bahwa rangkaian paralel lebih terang, namun membutuhkan energi yang lebih besar, sehingga perlu hemat dalam penggunaan listrik di rumah.*" Siswa lainnya mengungkapkan: "*Ketika menggunakan lampu LED, ternyata lebih hemat energi. Saya kini dapat menghitungnya menggunakan rumus daya dan energi.*"

Pernyataan-pernyataan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM membantu peserta didik meningkatkan literasi energi terutama pada aspek pengetahuan konseptual, kesadaran mengenai penghematan energi, serta kemampuan mengaplikasikan rumus dalam kehidupan nyata. Selain siswa, guru juga mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis STEM membuat siswa lebih termotivasi dan lebih mudah memahami

konsep listrik dinamis. Guru menyampaikan bahwa siswa umumnya mengalami kesulitan dalam membedakan hubungan arus dan tegangan dalam rangkaian, tetapi melalui kegiatan STEM berbasis proyek, siswa menjadi lebih cepat memahami karena mengalami langsung fenomena kelistrikan melalui eksperimen.

PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa dimensi pengetahuan memperoleh nilai N-Gain tertinggi sebesar 0,73 yang termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan dimensi sikap dan keterampilan masing-masing memperoleh nilai N-Gain sebesar 0,61 dan 0,55 yang termasuk dalam kategori sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM lebih efektif dalam meningkatkan aspek kognitif dibandingkan aspek afektif dan keterampilan. Selama proses pembelajaran, siswa memperoleh kesempatan untuk membangun pemahaman konsep melalui kegiatan eksperimen, diskusi, penyelidikan, dan pemecahan masalah yang berkaitan dengan penggunaan energi listrik. Aktivitas tersebut membantu siswa menghubungkan konsep listrik dinamis dengan fenomena yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari sehingga pemahaman konseptual meningkat secara optimal.

Secara teoretis, tingginya peningkatan pada dimensi pengetahuan sejalan dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan akan lebih mudah terbentuk ketika peserta didik secara aktif membangun konsep melalui pengalaman belajar yang bermakna. Dalam pembelajaran STEM, integrasi sains, teknologi, rekayasa, dan matematika memungkinkan siswa mengonstruksi sendiri konsep melalui proses penyelidikan dan penyelesaian masalah kontekstual. Kelley dan Knowles (2016) menjelaskan bahwa pembelajaran STEM memberikan pengalaman belajar yang autentik

sehingga mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan Bybee (2013) yang menyatakan bahwa pendekatan STEM efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep sains karena siswa tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga menerapkannya dalam situasi nyata.

Sebaliknya, dimensi sikap hanya mengalami peningkatan pada kategori sedang ($N\text{-Gain} = 0,61$). Secara praktis, perubahan sikap memerlukan proses internalisasi nilai yang berlangsung secara bertahap dan dipengaruhi oleh berbagai faktor di luar pembelajaran, seperti lingkungan keluarga, budaya sekolah, serta kebiasaan sehari-hari dalam menggunakan energi. Meskipun pembelajaran STEM telah menumbuhkan kesadaran mengenai pentingnya penghematan energi melalui kegiatan diskusi dan refleksi, waktu intervensi yang relatif singkat belum cukup untuk membentuk sikap yang benar-benar menetap. Secara teoretis, DeWaters dan Powers (2011) menjelaskan bahwa dimensi sikap dalam literasi energi berkembang melalui pengalaman yang berulang dan penguatan secara terus-menerus sehingga perubahan pada aspek ini umumnya lebih lambat dibandingkan peningkatan pengetahuan.

Dimensi keterampilan juga menunjukkan peningkatan pada kategori sedang ($N\text{-Gain} = 0,55$). Kondisi ini menunjukkan bahwa siswa mulai mampu menerapkan konsep energi dalam kegiatan praktis, seperti merancang rangkaian listrik sederhana dan mengidentifikasi penggunaan energi yang lebih efisien. Namun demikian, keterampilan belum berkembang secara optimal karena membutuhkan latihan yang berulang, pengalaman langsung, dan kesempatan menerapkan kemampuan tersebut dalam berbagai situasi yang berbeda. National Research Council (2012) menegaskan bahwa penguasaan keterampilan ilmiah dan

rekayasa berkembang melalui praktik yang berkesinambungan, bukan hanya melalui satu kali kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu, meskipun pembelajaran STEM telah memberikan pengalaman praktik kepada siswa, durasi implementasi dalam penelitian ini belum cukup panjang untuk menghasilkan peningkatan keterampilan yang setara dengan peningkatan pengetahuan.

Temuan penelitian ini sejalan dengan Putra et al. (2024) yang mengemukakan bahwa pembelajaran berbasis PJBL STEM mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada materi IPA. Hasil ini juga didukung oleh Nurhafizah et al. (2025) yang menekankan pentingnya pengembangan perangkat pembelajaran berbasis STEM untuk mendorong pembelajaran yang lebih kontekstual dan aktif. Selain itu, Anjiana et al. (2025) menunjukkan bahwa kemampuan *scientific reasoning* dan *creative thinking* merupakan kompetensi penting yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran IPA berbasis STEM.

Nilai *effect size* Cohen's *d* sebesar 3,44 menunjukkan bahwa perbedaan skor *pretest* dan *posttest* memiliki pengaruh yang sangat besar berdasarkan kriteria Cohen (1988). Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM memberikan dampak yang kuat terhadap peningkatan literasi energi siswa pada materi listrik dinamis. Besarnya pengaruh tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan yang terjadi tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki makna praktis yang tinggi dalam konteks pembelajaran.

Selain *effect size* pooled Cohen's *d*, penelitian ini juga menghitung *effect size* spesifik untuk desain *within subject* (*paired samples*) menggunakan Cohen's *d_z*. Hasil analisis menunjukkan bahwa korelasi Pearson antara skor *pretest* dan *posttest* mencapai nilai $r = 0,98$, yang menandakan hubungan yang sangat kuat. Selanjutnya, perhitungan Cohen's

d_z berdasarkan rata-rata selisih skor *pretest-posttest* menghasilkan nilai $d_z = 2,32$. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis STEM memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap peningkatan literasi energi siswa kelas IX SMP PG Komerling.

Selain temuan kuantitatif, hasil kualitatif dari observasi dan wawancara menunjukkan bahwa peserta didik lebih antusias mengikuti proses pembelajaran, terutama ketika melakukan eksperimen dan kegiatan perancangan rangkaian listrik hemat energi. Siswa menyampaikan bahwa mereka menjadi lebih memahami hubungan antara konsep kelistrikan dengan pemanfaatan energi dalam kehidupan sehari-hari, seperti menghitung konsumsi energi listrik berdasarkan daya alat elektronik dan lama penggunaannya. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM mampu menghadirkan pengalaman belajar yang kontekstual sehingga peserta didik tidak hanya memahami konsep secara teoretis, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan permasalahan nyata. Menurut Kelley dan Knowles (2016), pembelajaran STEM yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika melalui penyelesaian masalah autentik dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik, pemahaman konseptual, serta kemampuan mengaplikasikan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari.

Meskipun temuan penelitian menunjukkan adanya peningkatan literasi energi siswa setelah diterapkannya pembelajaran berbasis STEM, penafsiran hasil perlu mempertimbangkan sejumlah ancaman terhadap validitas internal. Pertama, penggunaan desain *one group pretest-posttest* tanpa kelompok kontrol menimbulkan kemungkinan adanya *history effect*, yaitu pengaruh kejadian eksternal selama periode intervensi yang dapat mempengaruhi hasil belajar. Kedua, terdapat kemungkinan

maturation effect, yaitu peningkatan kemampuan siswa yang terjadi secara alamiah seiring berjalannya waktu. Ketiga, adanya potensi *testing effect*, yaitu kenaikan skor *posttest* yang terjadi karena siswa telah terbiasa dengan format dan isi instrumen setelah mengerjakan *pretest*. Keempat, meskipun instrumen telah dianalisis menggunakan pemodelan Rasch, perbedaan kondisi administrasi tes tetap berpotensi menimbulkan *instrumentation effect*. Selain itu, ukuran sampel yang relatif kecil ($n = 30$) dan hanya melibatkan satu kelas dapat meningkatkan risiko *selection bias* dan membatasi kekuatan inferensi. Dengan demikian, disarankan agar penelitian lanjutan menggunakan desain eksperimen semu dengan kelompok kontrol, randomisasi atau *matching*, serta replikasi pada populasi yang lebih luas guna memperkuat validitas internal dan generalisasi hasil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, terdeteksi adanya peningkatan literasi energi siswa kelas IX SMP PG Komerling setelah diterapkannya pembelajaran berbasis STEM pada materi listrik dinamis. Hal ini terlihat dari kenaikan rata-rata skor siswa yang beranjak dari 50,40 saat *pretest* menjadi 79,10 saat *posttest*. Nilai N-Gain yang mencapai 0,58 menandakan bahwa peningkatan literasi energi siswa termasuk dalam kategori sedang. Selain itu, perhitungan ukuran efek menggunakan Cohen's d pooled sebesar 3,44 menunjukkan bahwa perbedaan skor *pretest* dan *posttest* memiliki besar efek yang sangat signifikan. Perhitungan tambahan menggunakan Cohen's d_z sebagai *effect size within subject* juga menunjukkan besar efek yang sangat besar ($d_z = 2,32$), yang semakin memperkuat temuan mengenai adanya perubahan kemampuan siswa setelah pembelajaran berbasis STEM.

Hasil penelitian ini memberikan implikasi penting bagi pengembangan

pendidikan, khususnya dalam pembelajaran IPA di tingkat SMP. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM tidak hanya efektif meningkatkan literasi energi siswa pada aspek pengetahuan, tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan sikap dan keterampilan melalui kegiatan pembelajaran yang kontekstual, kolaboratif, dan berbasis pemecahan masalah. Oleh karena itu, pendekatan STEM dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif strategi pembelajaran untuk mendukung implementasi kurikulum yang berorientasi pada pengembangan kompetensi abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi (Bybee, 2013; Kelley & Knowles, 2016).

Dengan demikian, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis STEM memiliki kaitan dengan peningkatan literasi energi siswa pada materi listrik dinamis. Namun demikian, mengingat penelitian ini menggunakan desain satu kelompok tanpa pembandingan, kesimpulan yang diperoleh lebih tepat dipandang sebagai indikasi adanya peningkatan setelah perlakuan pembelajaran berbasis STEM diterapkan.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain eksperimen semu (*quasi-experimental*) atau eksperimen dengan melibatkan kelompok kontrol sehingga pengaruh pembelajaran berbasis STEM terhadap literasi energi dapat dibandingkan secara lebih objektif dan valid. Penggunaan teknik randomisasi atau *matching* antarkelompok juga perlu dipertimbangkan untuk meminimalkan potensi *selection bias* serta meningkatkan validitas internal penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational*

- and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142. <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Akitsu, Y., Ishihara, K. N., Okumura, H., & Yamasue, E. (2017). Investigating energy literacy and its structural model for students in Japan. *International Journal of Environmental and Science Education*, 12(5), 1067–1095.
- Anjiana, R., Surahman, E., & Rizal, R. (2025). Urgensi scientific reasoning skills dan creative thinking skills dalam pendidikan: Analisis awal hasil peserta didik di sekolah. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 7(2), 83–93.
- Azwar, S. (2012). *Reliabilitas dan validitas* (4th ed.). Pustaka Pelajar.
- Barrow, L. H., & Morrissey, J. T. (1989). Energy literacy of ninth-grade students: A comparison between Maine and New Brunswick. *The Journal of Environmental Education*, 20(2), 22–25. <https://doi.org/10.1080/00958964.1989.9943049>
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences* (3rd ed.). Routledge.
- Boone, W. J., Staver, J. R., & Yale, M. S. (2014). *Rasch analysis in the human sciences*. Springer.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Cotton, D. R. E., Shiel, C., & Paço, A. (2016). Energy saving on campus: A comparison of students' attitudes and reported behaviours in the UK and Portugal. *Journal of Cleaner Production*, 129, 586–595. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.136>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- DeWaters, J. E., & Powers, S. E. (2011). Energy literacy of secondary students in New York State (USA): A measure of knowledge, affect, and behavior. *Energy Policy*, 39(3), 1699–1710. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.12.049>
- Embretson, S. E., & Reise, S. P. (2000). *Item response theory for psychologists*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Fitzgerald, A., & McKinnon, D. H. (2020). STEM education in science teaching: A review of the literature. *International Journal of Science Education*, 42(6), 893–910. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1723570>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). McGraw-Hill.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Ivankova, N. V., Creswell, J. W., & Stick, S. L. (2006). Using mixed-methods sequential explanatory design:

- From theory to practice. *Field Methods*, 18(1), 3–20. <https://doi.org/10.1177/1525822X05282260>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, Article 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Lee, L. S., & Liu, Y. (2010). The energy concept and energy literacy: A framework for education. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 2(2), 107–115.
- Linacre, J. M. (2021). *Winsteps Rasch measurement computer program user's guide*. Winsteps.com.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Nguyen, T., & Phan, T. (2020). Integrating STEM education into physics learning: Effects on students' conceptual understanding and scientific attitudes. *Journal of Physics: Conference Series*, 1512(1), Article 012032. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1512/1/012032>
- Nurhafizah, F., Oktavianty, E., & Hidayatullah, M. M. S. (2025). Analisis kebutuhan pengembangan LKPD berbantuan Coding-Robotic berbasis STEM pada materi momentum dan impuls. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 7(2), 94–106.
- OECD. (2019). *PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Putra, I. A., Avivudin, M. D., & Pertiwi, N. A. S. (2024). Efektivitas video pembelajaran berbasis PJBL-STEM terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada hukum kekekalan energi. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 6(1), 1–8.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi model Rasch untuk penelitian ilmu-ilmu sosial*. Trim Komunikata Publishing House.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2010). *SAGE handbook of mixed methods in social & behavioral research* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Wright, B. D., & Masters, G. N. (1982). *Rating scale analysis: Rasch measurement*. MESA Press.
- Zografakis, N., Menegaki, A. N., & Tsagarakis, K. P. (2008). Effective education for energy efficiency. *Energy Policy*, 36(8), 3226–3232. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.04.021>