Efektivitas Model *Cooperative Problem Solving* dengan Strategi *Two Stay Two Stray* terhadap Peningkatan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa pada Materi Energi Alternatif

Isna Multazam Zunnurrain[1*], Hera Novia[2], Fitria Arifiyanti[3]
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia[1,2,3]
Email : isnazunnurrain01@upi.edu[1*]

ABSTRAK
Rendahnya keterampilan pemecahan masalah siswa pada materi energi alternatif, tercermin dari kesulitan siswa dalam memahami permasalahan kontekstual dan mengaitkannya dengan konsep fisika. Oleh karena itu, diterapkan model *Cooperative Problem Solving* (CPS) yang diintegrasikan dengan strategi *Two Stay Two Stray* (TSTS) sebagai alternatif pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan serta pengaruh integrasi strategi TSTS dalam model CPS terhadap keterampilan pemecahan masalah siswa. Metode yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan desain *Non-Equivalent Control Group Design* yang melibatkan dua kelas, yaitu kelas eksperimen (CPS-TSTS) dan kelas kontrol (CPS). Instrumen penelitian berupa tes uraian berbasis indikator keterampilan pemecahan masalah. Data dianalisis menggunakan perhitungan N-gain, uji *independent sample t-test*, dan *effect size*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua kelas mengalami peningkatan dengan rata-rata N-gain kelas eksperimen sebesar 0,6722 dan kelas kontrol sebesar 0,6250 yang keduanya termasuk pada kategori sedang. Namun, tidak terdapat perbedaan peningkatan yang signifikan antara kedua kelas. Integrasi strategi TSTS memberikan kontribusi pada peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa, meskipun pengaruhnya masih dalam kategori kecil.
Kata kunci : Keterampilan Pemecahan Masalah, *Cooperative Problem Solving, Two Stay Two Stray,* Energi Alternatif

ABSTRACT
Low students' problem-solving skills in the topic of alternative energy are reflected in their difficulties in understanding contextual problems and relating them to physics concepts. Therefore, the Cooperative Problem Solving (CPS) model integrated with the Two Stay Two Stray (TSTS) strategy was implemented as an alternative learning approach. This study aims to analyze the improvement and the effect of integrating the TSTS strategy within the CPS model on students' problem-solving skills. The research employed a quasi-experimental method with a Non-Equivalent Control Group Design involving two classes: an experimental class (CPS–TSTS) and a control class (CPS). The research instrument consisted of essay tests based on problem-solving skill indicators. The data were analyzed using N-gain calculation, independent sample t-test, and effect size analysis. The results indicate that both classes experienced improvement, with the average N-gain of the experimental class being 0.6722 and the control class 0.6250, both categorized as moderate. However, there was no significant difference in the improvement between the two classes. The integration of the TSTS strategy contributed to the improvement of students' problem-solving skills, although the effect was still in the small category.
Keywords : Problem-Solving Skills, Cooperative Problem Solving, Two Stay Two Stray, Alternative Energy

PENDAHULUAN

Keterampilan pemecahan masalah merupakan salah satu kemampuan penting dalam pembelajaran sains, khususnya fisika, karena sebagian besar konsep fisika dipahami melalui proses analisis permasalahan dan penerapan prinsip-prinsip ilmiah. Dalam *partnership for 21st century learning frameworks & resources*, keterampilan pemecahan masalah termasuk dalam kompetensi penting yang harus dimiliki peserta didik agar mampu bersaing di era global (Utami & Wutsqa, 2017). Keterampilan ini memungkinkan siswa untuk mengambil keputusan yang tepat, sistematis, dan logis dalam menghadapi berbagai situasi permasalahan

(Dewi et al., 2017). Dalam pembelajaran sains, khususnya fisika, keterampilan pemecahan masalah berperan penting karena siswa tidak hanya dituntut memahami konsep, tetapi juga mampu menerapkan konsep tersebut untuk menganalisis dan menyelesaikan berbagai persoalan nyata (Heller & Heller, 2010).

Namun demikian, keterampilan pemecahan masalah siswa dalam pembelajaran sains masih belum berkembang secara optimal. Hal ini tercermin dari hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022 yang menunjukkan bahwa skor literasi sains Indonesia berada pada angka 383 poin, mengalami penurunan dari skor tahun 2018 sebesar 396 poin dan masih jauh di bawah rata-rata OECD sebesar 476 poin (Ayu et al., 2025). Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam memahami, menganalisis, dan menyelesaikan masalah berbasis sains masih perlu ditingkatkan.

Temuan tersebut juga diperkuat oleh berbagai penelitian sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh (Sari et al., 2019) menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi variabel serta merencanakan strategi penyelesaian ketika dihadapkan pada soal berbasis masalah. Hal serupa disampaikan oleh (Nurhikmayati, 2019) yang menyatakan bahwa siswa cenderung berfokus pada penggunaan rumus tanpa memahami proses berpikir ilmiah yang mendasari penyelesaian masalah. Selain itu, (Ceberio et al., 2016) juga menemukan bahwa banyak siswa yang meskipun telah mempelajari konsep fisika, masih kesulitan menerapkan strategi pemecahan masalah secara efektif. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses pembelajaran fisika di kelas belum sepenuhnya mendorong siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir reflektif dan sistematis dalam memecahkan masalah.

Hasil studi pendahuluan yang dilakukan peneliti di salah satu SMA di Bandung juga menunjukkan kecenderungan yang serupa. Berdasarkan tes uraian berbasis masalah yang diberikan kepada siswa, diperoleh nilai rata-rata sebesar 50,4 yang mana nilai tersebut belum mencapai standar ketuntasan. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa kesulitan terbesar siswa terdapat pada tahap *plan the solution* dan *evaluate*. Banyak siswa tidak memahami pentingnya merencanakan strategi penyelesaian secara sistematis sehingga cenderung langsung menggunakan rumus tanpa mengaitkan dengan konsep fisika yang relevan (Hull et al., 2013). Akibatnya, siswa juga mengalami kesulitan dalam mengevaluasi kembali hasil penyelesaiannya dan menarik kesimpulan yang tepat. Kondisi ini menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah fisika siswa masih perlu dikembangkan melalui proses pembelajaran yang lebih terstruktur dan reflektif. Rendahnya keterampilan pemecahan masalah ini dapat disebabkan oleh belum diterapkannya model pembelajaran yang memfasilitasi siswa untuk berpikir reflektif, bertanya, serta mengontrol proses pemecahan masalahnya secara mandiri (Harydi et al., 2013).

Rendahnya keterampilan pemecahan masalah tersebut menunjukkan perlunya inovasi dalam proses pembelajaran. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan model pembelajaran yang mampu memfasilitasi siswa untuk berpikir secara sistematis, berdiskusi, serta merefleksikan proses penyelesaian masalah secara kolaboratif. Model pembelajaran yang berfokus pada aktivitas pemecahan masalah secara kelompok diyakini mampu membantu siswa mengembangkan strategi berpikir yang lebih terarah dalam menyelesaikan persoalan fisika. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan untuk melatih keterampilan tersebut adalah *Cooperative Problem Solving* (CPS). Model ini menekankan proses pemecahan masalah secara kolaboratif melalui kegiatan diskusi kelompok, penyusunan strategi penyelesaian, pelaksanaan rencana, hingga evaluasi solusi yang diperoleh (Heller & Heller, 2010). Dalam penerapannya, siswa bekerja sama dalam kelompok untuk memahami permasalahan, merumuskan strategi penyelesaian, menjalankan rencana, serta mengkomunikasikan hasil yang diperoleh. Melalui proses tersebut, siswa diharapkan dapat mengembangkan kemampuan berpikir sistematis serta meningkatkan keterampilan pemecahan masalah secara lebih mendalam (Kulsum & Nugroho, 2014).

Agar penerapan model *Cooperative Problem Solving* dapat berjalan lebih optimal, diperlukan strategi pembelajaran yang mampu memperkaya interaksi dan pertukaran gagasan antar kelompok. Salah satu strategi yang dapat digunakan adalah *Two Stay Two Stray* (TSTS). Strategi ini memungkinkan dua siswa tetap berada di kelompok asal untuk menjelaskan hasil diskusi, sementara dua siswa lainnya mengunjungi kelompok lain untuk bertukar informasi dan memperoleh perspektif baru (Suyatno, 2009). Interaksi lintas kelompok tersebut dapat mendorong siswa untuk menyampaikan gagasan, mengajukan pertanyaan, serta merefleksikan kembali solusi yang telah disusun (Rofiqoh, 2020). Penelitian yang dilakukan oleh (Lailaturrahma et al., 2023) juga menunjukkan bahwa penerapan strategi *Two Stay Two Stray* dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa.

Integrasi antara model *Cooperative Problem Solving* dengan strategi *Two Stay Two Stray* dipandang sebagai pendekatan yang saling melengkapi dalam mengembangkan keterampilan pemecahan masalah siswa. Model CPS menyediakan kerangka kerja pemecahan masalah yang sistematis, sedangkan strategi TSTS memperkaya proses diskusi melalui pertukaran ide antar kelompok. Kombinasi keduanya diharapkan dapat menciptakan proses pembelajaran yang kolaboratif, reflektif, serta mendorong siswa untuk mengembangkan strategi penyelesaian masalah secara lebih efektif.

Dalam penelitian ini, penerapan model *Cooperative Problem Solving* dengan strategi *Two Stay Two Stray* dilakukan pada materi energi alternatif. Materi ini memiliki keterkaitan dengan permasalahan kehidupan nyata sekaligus mengandung berbagai konsep fisika seperti konversi energi, efisiensi energi, serta pemanfaatan sumber energi yang dapat dianalisis secara kuantitatif maupun konseptual. Pemanfaatan sumber energi dari alam untuk memenuhi kebutuhan manusia dapat menimbulkan berbagai dampak terhadap lingkungan, seperti pencemaran udara, perubahan iklim, serta kerusakan air dan tanah (Martono, 2015). sehingga diperlukan pemahaman yang baik mengenai prinsip pemanfaatan energi secara efisien dan berkelanjutan. Kondisi tersebut mendorong pengembangan sumber energi terbarukan sebagai alternatif pengganti energi fosil serta pentingnya pengenalan konsep energi berkelanjutan kepada peserta didik sejak pendidikan sekolah (Bhattacharya, 2015).

Dalam konteks pembelajaran fisika, materi energi alternatif memberikan peluang bagi siswa untuk menganalisis berbagai permasalahan terkait pemanfaatan energi, menghitung efisiensi energi, serta mengevaluasi kelebihan dan keterbatasan berbagai sumber energi terbarukan (Yelensi et al., 2020). Karakteristik materi yang bersifat kontekstual memberikan peluang bagi siswa untuk melatih keterampilan pemecahan masalah melalui kegiatan diskusi, analisis konsep, dan evaluasi solusi yang dihasilkan. Dengan demikian, materi energi alternatif dinilai relevan untuk diterapkan melalui model *Cooperative Problem Solving* yang menekankan proses pemecahan masalah secara kolaboratif serta didukung strategi *Two Stay Two Stray* yang mendorong pertukaran gagasan antar kelompok dalam memahami dan menyelesaikan permasalahan fisika

Berdasarkan uraian tersebut, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait integrasi model *Cooperative Problem Solving* dengan strategi *Two Stay Two Stray* dalam pembelajaran fisika. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya meneliti pengaruh model *Cooperative Problem Solving* atau strategi *Two Stay Two Stray* secara terpisah terhadap keterampilan pemecahan masalah siswa sehingga kajian mengenai integrasi kedua pendekatan tersebut dalam pembelajaran fisika masih terbatas. Oleh karena itu, peneliti akan melakukan penelitian dengan judul "Efektivitas Model *Cooperative Problem Solving* dengan strategi *Two Stay Two Stray* untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Pada Materi Energi Alternatif"

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen semu (Quasi Experiment) dengan desain non-equivalent control group design (Creswell & Creswell, 2018a), yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kedua kelompok diberikan pretest untuk mengetahui keterampilan awal pemecahan masalah fisika, kemudian kelompok eksperimen menerima pembelajaran CPS-TSTS, sedangkan kelompok kontrol menerima pembelajaran CPS. Selanjutnya, kedua kelompok diberikan posttest untuk mengukur efektivitas pembelajaran CPS-TSTS terhadap keterampilan pemecahan masalah siswa pada materi energi alternatif (Creswell & Creswell, 2018b).

Populasi penelitian adalah peserta didik di salah satu SMA di Bandung, sedangkan sampel diambil menggunakan purposive sampling, yaitu dua kelas X yang telah disediakan oleh pihak sekolah (Sugiyono, 2013).

Instrumen penelitian terdiri dari modul ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), soal tes keterampilan pemecahan masalah, dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Modul ajar dan LKPD dikembangkan sesuai dengan perlakuan masing-masing kelas, dengan perbedaan utama pada mekanisme Two Stay Two Stray (TSTS) pada kelas eksperimen untuk memperkaya diskusi dan pertukaran strategi pemecahan masalah (Heller, 2010). Soal tes berbentuk uraian dengan lima indikator keterampilan pemecahan masalah: memfokuskan masalah, mendeskripsikan masalah, merencanakan solusi, menggunakan solusi, dan mengevaluasi solusi. Lembar observasi digunakan untuk menilai keterlaksanaan pembelajaran di

kelas.

Prosedur penelitian meliputi tiga tahap: persiapan, pelaksanaan, dan penyelesaian. Tahap persiapan meliputi studi literatur dan kurikulum, studi lapangan, identifikasi masalah, penyusunan proposal, penyusunan dan validasi instrumen, serta uji coba instrumen tes keterampilan pemecahan masalah. Tahap pelaksanaan meliputi pretest, pemberian perlakuan, dan posttest. Tahap penyelesaian meliputi pengolahan data, analisis, dan penarikan kesimpulan.

Analisis data meliputi validitas dan reliabilitas instrumen serta analisis peningkatan keterampilan pemecahan masalah. Validitas instrumen diuji melalui validitas isi oleh ahli (Yusup, 2018; Ramadhan et al., 2024) menggunakan indeks Aiken (Aiken, 1985) dan validitas konstruk melalui uji Rasch dengan aplikasi Ministep, dengan pendekatan Partial Credit Model (Sumintono & Widhiarso, 2015). Reliabilitas instrumen menunjukkan konsistensi tinggi (item reliability 0,90) dan kesesuaian butir soal terhadap model Rasch (Infit MNSQ = 0,98; Outfit MNSQ = 1,00).

Peningkatan keterampilan pemecahan masalah dianalisis menggunakan N-gain (Hake, 1998) dengan kriteria tinggi, sedang, dan rendah. Uji normalitas dilakukan dengan Shapiro-Wilk (Sig > 0,05 menunjukkan data normal), sedangkan uji homogenitas digunakan untuk memastikan keseragaman varians antar kelompok. Perbedaan peningkatan keterampilan antara kelompok eksperimen dan kontrol dianalisis menggunakan independent t-test, dan besar pengaruh dihitung menggunakan Cohen's d (Cohen, 1988). Keterlaksanaan pembelajaran diukur dari persentase tahapan terlaksana berdasarkan lembar observasi dengan kriteria dari sangat baik hingga sangat kurang.

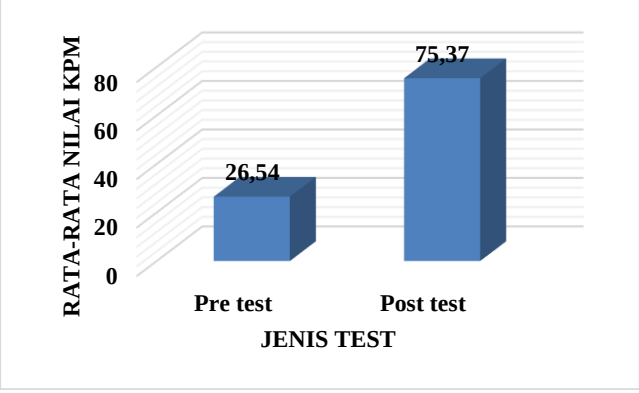
HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada dua kelas di tingkat kelas X SMA yang terdiri dari satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol. Berdasarkan pelaksanaan penelitian di lapangan, jumlah siswa yang terlibat dan datanya dianalisis dalam penelitian ini adalah sebanyak 41 siswa pada kelas eksperimen dan 34 siswa pada kelas kontrol. Seluruh data yang dianalisis merupakan data hasil *pretest* dan *posttest* keterampilan pemecahan masalah siswa yang diperoleh setelah penerapan model pembelajaran sesuai dengan desain penelitian yang telah direncanakan.

3.1.1 Peningkatan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Setelah diterapkan Model CPS-TSTS

Untuk memperoleh gambaran awal mengenai peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa pada kelas eksperimen, dilakukan perbandingan antara rata-rata nilai *pretest* dan *posttest*. Perbandingan ini bertujuan untuk melihat perubahan keterampilan siswa sebelum dan sesudah penerapan model CPS yang diintegrasikan dengan TSTS yang digambarkan pada diagram berikut:.



Gambar 1. Diagram hasil pretest dan posttest kelas eksperimen

Kemudian untuk mengetahui peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa setelah diberikan *treatment*, dilakukan analisis terhadap nilai N-Gain dari hasil *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen. Hasil analisis deskriptif nilai N-gain disajikan pada Gambar 2.

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
N_Gain	41	.23	1.00	.6722	.21468
Valid N (listwise)	41				

Gambar 2. Output Statistik N-Gain Kelas Eksperimen

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, diperoleh nilai rata-rata N-Gain yang termasuk dalam kategori sedang. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penerapan model *Cooperative Problem Solving* dengan strategi *Two Stay Two Stray* mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa secara cukup efektif.

Untuk memperoleh gambaran yang lebih rinci mengenai peningkatan tersebut, analisis selanjutnya dilakukan pada setiap indikator keterampilan pemecahan masalah yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 1. Rata-rata N-Gain setiap Indikator Keterampilan Pemecahan Masalah Kelas Eksperimen

Indikator KPM	***Pre Test***	***Post Test***	**N-Gain**	**Kategori**
focus on the problem	3,66	6,34	0,62	Sedang
describe the problem in physics description	3,02	7,27	0,85	Tinggi
plan the solution	1,92	5,85	0,65	Sedang
execute the plan	1,2	5,19	0,59	Sedang
check and evaluate	0,73	5,36	0,64	Sedang

Hasil perhitungan N-gain pada setiap indikator menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah siswa mengalami peningkatan setelah pembelajaran. Indikator *describe the problem in physics description* memperoleh nilai N-gain tertinggi dengan kategori tinggi, sedangkan indikator lainnya berada pada kategori sedang. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan model *Cooperative Problem Solving* dengan strategi *Two Stay Two Stray* mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa pada berbagai aspek, meskipun kategori peningkatannya berbeda.

3.1.2 Pengaruh Model *Cooperative Problem Solving* dengan Strategi *Two Stay Two Stray* terhadap Peningkatan Keterampilan Pemecahan Masalah

Untuk mengetahui peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa setelah pembelajaran, dilakukan analisis terhadap hasil *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil analisis deskriptif berupa nilai minimum, maksimum, dan rata-rata keterampilan pemecahan masalah siswa sebelum dan sesudah pembelajaran, yang disajikan pada Tabel 2.

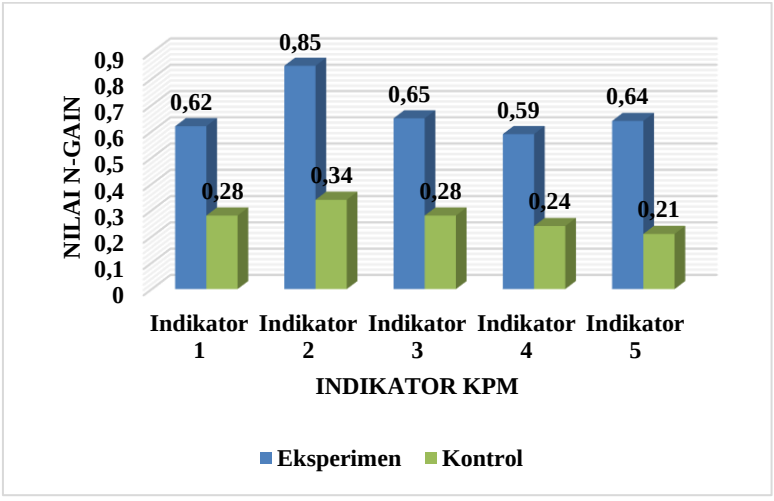
Tabel 2. Deskripsi Hasil Pretest dan Posttest Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa

	Pre Test			***Post Test***		
	Min	**Maks**	**Rata-rata**	**Min**	**Maks**	**Rata-rata**
Eksperimen	0	70	26,34	50	100	75,37
Kontrol	0	50	25,4	45	100	71,76

Berdasarkan hasil tersebut, ditunjukkan rata-rata nilai *pretest* pada kelas eksperimen sebesar 26,34 dan kelas kontrol sebesar 25,4 yang menunjukkan bahwa kemampuan awal kedua kelas relatif tidak jauh berbeda. Setelah pembelajaran, rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen meningkat menjadi 75,37 dan kelas kontrol menjadi 71,76. Hal ini menunjukkan bahwa kedua kelas mengalami peningkatan keterampilan pemecahan masalah. Namun, untuk mengetahui apakah perbedaan peningkatan tersebut signifikan secara statistik, diperlukan analisis lebih lanjut menggunakan uji N-Gain dan *independent sample t-test*. Berikut adalah rekapitulasi peningkatan indikator keterampilan pemecahan masalah pada masing-masing kelas yang dituliskan pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata N-Gain setiap Indikator Keterampilan Pemecahan Masalah Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Indikator KPM	*Pre Test*	*Post Test*	N-Gain	Kategori
Kelas Eksperimen				
focus on the problem	3,66	6,34	0,62	Sedang
describe the problem in physics description	3,02	7,27	0,85	Tinggi
plan the solution	1,92	5,85	0,65	Sedang
execute the plan	1,2	5,19	0,59	Sedang
check and evaluate	0,73	5,36	0,64	Sedang
Kelas Kontrol				
focus on the problem	1,5	3,31	0,28	Rendah
describe the problem in physics description	1,35	3,62	0,34	Sedang
plan the solution	1,05	2,97	0,28	Rendah
execute the plan	0,65	2,44	0,24	Rendah
check and evaluate	0,45	2,02	0,21	Rendah



Gambar 3. Diagram Peningkatan Indikator KPM

Untuk mempermudah pembacaan data, dibuat keterangan indikator keterampilan pemecahan masalah yang divisualisasikan pada diagram Gambar 4.3, yaitu: indikator 1, *focus on the problem*; indikator 2, *describe the problem in physics description*; indikator 3, *plan the solution*; indikator 4, *execute the plan*; dan indikator 5, *check and evaluate*. Berdasarkan diagram tersebut, rata-rata N-gain keterampilan pemecahan masalah siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol pada seluruh indikator. Pada

kelas eksperimen, nilai N-gain berada pada kategori sedang hingga tinggi, dengan peningkatan tertinggi pada indikator kedua (*describe the problem in physics description*) yang termasuk kategori tinggi, sedangkan indikator lainnya berada pada kategori sedang. Sementara itu, pada kelas kontrol, sebagian besar indikator berada pada kategori rendah, kecuali indikator kedua yang termasuk kategori sedang. Perbedaan ini menunjukkan bahwa meskipun kedua kelas mengalami peningkatan setelah pembelajaran, peningkatan pada kelas eksperimen lebih optimal. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan strategi *Two Stay Two Stray* dalam pembelajaran CPS memberikan kontribusi lebih signifikan terhadap peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa pada setiap indikator.

3.1.2.1. Uji Normalitas

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Kelas	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
N_Gain	Eksperimen	.130	41	.078	.949	41	.067
	Kontrol	.079	34	.200*	.979	34	.743

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 4. Output Uji Normalitas data N-Gain

Sebelum dilakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas terhadap data N-Gain pada kedua kelas untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal. Hasil uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa nilai signifikansi kelas eksperimen sebesar 0,067 dan kelas kontrol sebesar 0,743, keduanya lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data N-Gain pada kedua kelas berdistribusi normal, sehingga uji hipotesis dapat dilanjutkan menggunakan uji parametrik, yaitu independent sample t-test.

3.1.2.2. Uji Homogenitas dan Uji Hipotesis (Uji T)

Setelah dilakukan uji normalitas, selanjutnya dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui kesamaan varians data N-Gain antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan hasil uji Levene yang ditampilkan pada Gambar 5 diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,072 yang lebih besar dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa varians kedua kelas bersifat homogen, sehingga analisis dapat dilanjutkan menggunakan uji parametrik *independent sample t-test*.

Uji *independent sample t-test* dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan peningkatan keterampilan pemecahan masalah antara siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada uji hipotesis ini dirumuskan:

- H_0: Tidak terdapat perbedaan peningkatan keterampilan pemecahan masalah antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- H_a: Terdapat perbedaan peningkatan keterampilan pemecahan masalah antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Setelah dilakukan analisa menggunakan software SPSS, didapatkan output yang ditunjukkan pada Gambar 5.

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t	df	Sig. (2-tailed)
		F	Sig.			
N_Gain	Equal variances assumed	3.330	.072	1.016	73	.313
	Equal variances not assumed			1.032	72.966	.305

Gambar 5. Output Statistik Grup Uji *Independent T-Test* dan Uji Homogenitas Levene

Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan pada Gambar 5, diperoleh nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,313. Nilai tersebut lebih besar dari 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak. Pada perhitungan

t_{tabel} nilai dengan taraf signifikansi 0,05 dan df 73, maka didapatkan nilai t_{tabel} adalah 1,993. Sehingga nilai t_{hitung} (1,016) $\leq t_{tabel}$ (1,993). Dengan demikian, dari dua analisa tersebut, didapatkan hasil bahwa tidak terdapat perbedaan peningkatan keterampilan pemecahan masalah yang signifikan antara siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Selisih rata-rata yang relatif kecil menunjukkan bahwa peningkatan pada kedua kelas berada pada tingkat yang hampir sama, sehingga perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik.

3.1.2.3. Uji Efektivitas

Selain menguji signifikansi perbedaan peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa, penelitian ini juga menghitung *effect size* untuk mengidentifikasi kekuatan pengaruh penerapan model *Cooperative Problem Solving* dengan strategi *Two Stay Two Stray*. Perhitungan *effect size* menggunakan Cohen's d dilakukan agar hasil penelitian tidak hanya terbatas pada ada atau tidaknya perbedaan secara statistik, tetapi juga mampu menggambarkan makna praktis dari penerapan model pembelajaran tersebut.

Independent Samples Effect Sizes

		Standardizer[a]	Point Estimate	95% Confidence Interval Lower	Upper
N_Gain	Cohen's d	.20034	.236	-.221	.691
	Hedges' correction	.20243	.233	-.219	.684
	Glass's delta	.18145	.260	-.201	.717

a. The denominator used in estimating the effect sizes.
Cohen's d uses the pooled standard deviation.
Hedges' correction uses the pooled standard deviation, plus a correction factor.
Glass's delta uses the sample standard deviation of the control group.

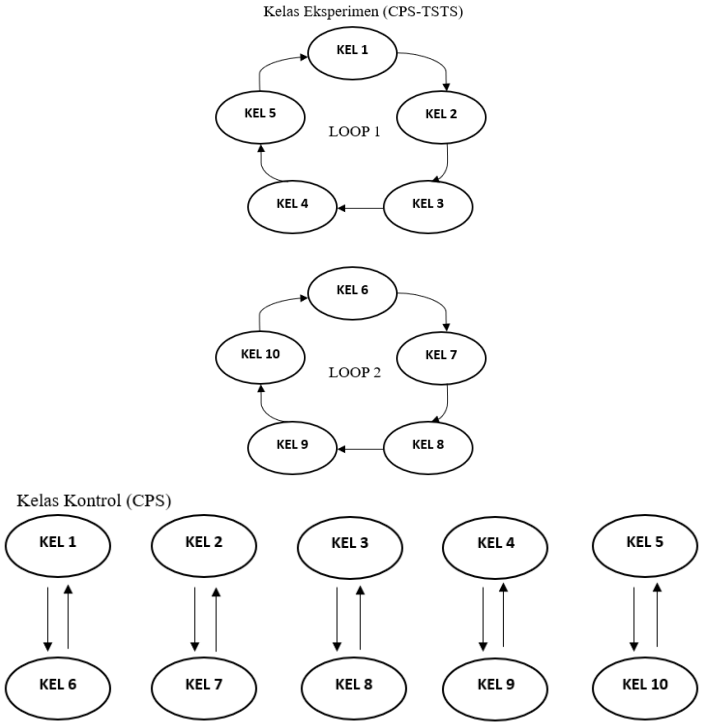
Gambar 6. Output Effect Size Uji Independent T-Test

Berdasarkan hasil perhitungan *effect size* menggunakan Cohen's d, diperoleh nilai sebesar 0,236. Mengacu pada kriteria interpretasi Cohen, nilai tersebut termasuk dalam kategori efek kecil yaitu pada rentang $0{,}20 \leq d \leq 0{,}50$. Hal ini menunjukkan bahwa secara praktis perbedaan peningkatan keterampilan pemecahan masalah antara kelas eksperimen dan kelas kontrol relatif kecil.

3.1.2.4. Analisis Keterlaksanaan Pembelajaran

Pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dilaksanakan dengan menggunakan sintaks model *Cooperative Problem Solving* sebagai dasar kegiatan pembelajaran. Tahap pertama yaitu *opening moves* yang mencakup kegiatan *present goals and set* serta *present information*. Pada tahap ini, guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai guna memberikan arah kegiatan sekaligus menumbuhkan motivasi siswa dalam mempelajari materi energi alternatif. Selanjutnya, guru memberikan materi dasar sebagai bekal awal sebelum siswa memasuki kegiatan pembelajaran yang lebih kompleks.

Tahap berikutnya adalah *middle game*, yang meliputi sintaks *organize students into learning teams* dan *assist teamwork and study*. Pada tahap ini, siswa dibagi ke dalam 10 kelompok di masing-masing kelas untuk memfasilitasi kegiatan diskusi. Guru berperan dalam membimbing kerja sama kelompok serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk berdiskusi baik secara internal maupun eksternal.



Gambar 7. Gambar Kelas Eksperimen (CPS-TSTS) dan Kelas Kontrol (CPS)

Khusus pada kelas eksperimen, tahap *middle game* diintegrasikan dengan strategi pembelajaran *Two Stay Two Stray*. Strategi ini diterapkan saat diskusi eksternal, di mana perwakilan kelompok bertukar informasi dengan kelompok lain. Penerapan strategi tersebut bertujuan untuk memperkaya pemahaman siswa melalui pertukaran ide serta mendorong keterlibatan aktif dalam proses pemecahan masalah.

Tahap terakhir yaitu *end game*, yang mencakup sintaks *test on materials* dan *provide recognition*. Pada tahap ini, setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi dan melakukan sesi tanya jawab dengan kelompok lain. Melalui kegiatan tersebut, siswa bersama guru merumuskan kesimpulan yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan terkait topik yang dibahas.

Keterlaksanaan seluruh rangkaian pembelajaran tersebut dicatat menggunakan lembar observasi yang diisi oleh dua orang *observer*. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh rekapitulasi keterlaksanaan pembelajaran sebagaimana disajikan pada table berikut;

Tabel 4. Rekapitulasi persentase keterlaksanaan kegiatan

Kelas	**Kegiatan Guru**		**%**	**Kegiatan Siswa**		**%**
	Observer 1	Observer 2		Observer 1	Observer 2	
Eksperimen	42	44	97%	42	44	98%
Kontrol	32	31	97%	32	31	97%

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa persentase keterlaksanaan kegiatan guru dan siswa pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol berada pada rentang di atas 90%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses pembelajaran telah terlaksana dengan kategori sangat baik serta selaras dengan perencanaan pembelajaran yang telah disusun sebelumnya. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa tahapan yang tidak terlaksana secara maksimal. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan waktu selama proses pembelajaran, sehingga guru memprioritaskan pelaksanaan tahapan yang dianggap paling esensial dalam mendukung pencapaian tujuan pembelajaran.

Tahapan yang tidak terlaksana sepenuhnya terdapat pada fase *opening moves*, khususnya pada sintaks *present information*. Kegiatan yang semula direncanakan adalah guru dan siswa bersama-sama menganalisis bentuk-bentuk energi berdasarkan tabel yang dituliskan di papan tulis. Namun, karena keterbatasan waktu,

kegiatan tersebut disederhanakan sehingga siswa hanya mencatat materi berdasarkan penjelasan yang disajikan melalui *power point*. Meskipun terjadi penyesuaian, kondisi ini tidak menghambat keterlaksanaan pembelajaran secara keseluruhan, sebagaimana ditunjukkan oleh tingginya persentase keterlaksanaan pada kedua kelas.

3.2 Pembahasan

3.2.1. Peningkatan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Setelah diterapkan Model CPS-TSTS

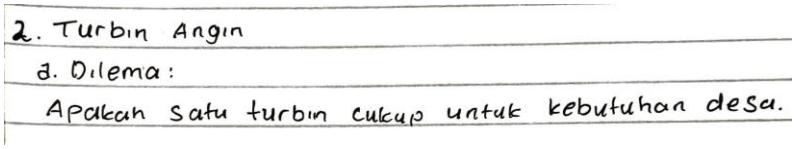
Peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa pada kelas eksperimen dianalisis berdasarkan perbandingan hasil *pretest* dan *posttest* pada setiap indikator keterampilan pemecahan masalah. Berdasarkan data pada Tabel 2, seluruh indikator mengalami peningkatan dengan kategori sedang hingga tinggi. Secara umum, temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan model *Cooperative Problem Solving* (CPS) dengan strategi *Two Stay Two Stray* mampu memfasilitasi perkembangan keterampilan pemecahan masalah siswa pada tiap tahapan strategi Heller. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Heller & Heller, 2010) yang menyatakan bahwa pendekatan *cooperative problem solving* efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi dan strategi penyelesaian masalah siswa.

Meskipun peningkatan keterampilan pemecahan masalah telah ditunjukkan secara kuantitatif melalui nilai N-gain pada setiap indikator, pemahaman yang lebih mendalam mengenai peningkatan pemecahan masalah siswa juga perlu ditinjau melalui analisis kualitas jawaban *pretest* dan *posttest*. Analisis ini bertujuan untuk menggambarkan secara konkret bagaimana proses berpikir siswa berkembang setelah penerapan model CPS dengan strategi TSTS. Oleh karena itu, berikut disajikan beberapa cuplikan jawaban siswa pada tahap sebelum dan sesudah pembelajaran untuk menunjukkan perubahan dalam cara siswa memahami, merepresentasikan, merencanakan, melaksanakan, serta mengevaluasi penyelesaian masalah fisika.

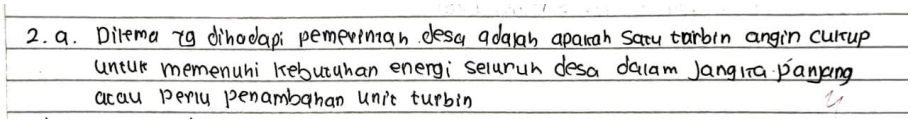
3.2.1.1. Focus on the problem

Indikator ini dilatihkan pada sintak *present goal and set*, dan sintak *present information*. Guru memberikan pemantik pembelajaran berupa suatu permasalahan yang berkaitan dengan pasokan energi. Sehingga siswa diarahkan untuk dapat menggali dampak yang ditimbulkan dari masalah tersebut. Guru juga menyampaikan konsep-konsep fisika yang berkaitan dengan permasalahan energi alternatif sebagai kisi-kisi untuk siswa dapat menyelesaikan permasalahan. Sehingga untuk mengukur tercapainya peningkatan pada indikator ini diberikan sebuah soal yang ditampilkan pada gambar 4.7.

Pada indikator *focus on the problem*, diperoleh nilai N-gain sebesar 0,62 yang termasuk dalam kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam mengidentifikasi informasi penting serta memahami fokus permasalahan mengalami peningkatan yang cukup baik setelah pembelajaran. Berdasarkan teori Heller (2010), tahap pemecahan masalah yang pertama adalah memfoskuskan siswa pada masalah yang mengharuskan siswa untuk dapat mengidentifikasi dan memahami masalah dengan cermat. Sehingga siswa dikatakan mampu untuk melewati strategi pemecahan masalah ini apabila siswa dapat menganalisis fokus permasalahan dari soal yang diberikan. Hasil representasi jawaban siswa pada tahap *focus on the problem*, terlihat adanya perbedaan kualitas identifikasi masalah antara hasil *pre test* dan *post test*.


2. Turbin Angin
a. Dilema:
Apakah satu turbin cukup untuk kebutuhan desa.

Gambar 8. Cuplikan Jawaban Pre Test PD21


2. a. Dilema yg dihadapi pemerintah desa adalah apakah satu turbin angin cukup untuk memenuhi kebutuhan energi seluruh desa dalam jangka panjang atau perlu penambahan unit turbin

Gambar 9. Cuplikan Jawaban Post Test PD21

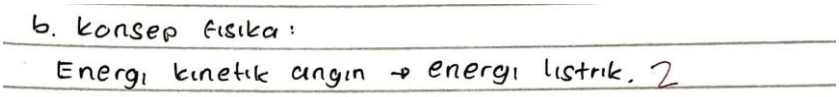
Pada *pre test*, jawaban siswa masih sangat sederhana dan bersifat umum. Jawaban tersebut menunjukkan bahwa siswa telah menangkap inti persoalan, namun belum sepenuhnya mengelaborasi konteks permasalahan secara lebih spesifik.

Sementara itu, pada *post test*, jawaban siswa menunjukkan perkembangan yang lebih terstruktur dan analitis. Jawaban ini mengindikasikan bahwa siswa tidak hanya mampu mengidentifikasi inti persoalan, tetapi juga telah memperjelas ruang lingkup masalah (seluruh desa dan kebutuhan jangka panjang) serta memunculkan kemungkinan keputusan alternatif (penambahan unit turbin). Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan siswa dalam memfokuskan masalah secara menyeluruh. Dengan mengajarkan siswa untuk secara rutin mengidentifikasi informasi yang relevan dan menyusunnya dengan jelas, mereka dapat membangun fondasi yang kuat dalam memahami masalah secara menyeluruh (Habsy et al., 2024).

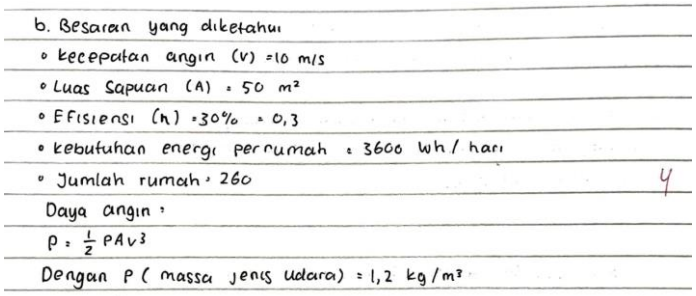
3.2.1.2. Describe the problem in physics description

Indikator ini dilatihkan pada sintak *organize student into learning team*. Siswa membuat kelompok belajar dan guru memberikan siswa kesempatan untuk berdiskusi menganalisis permasalahan dan menghubungkannya dengan konsep fisika yang sudah dipelajari.

Indikator *describe the problem in physics description* memperoleh nilai N-gain sebesar 0,85 yang termasuk dalam kategori tinggi. Nilai ini merupakan peningkatan tertinggi dibandingkan indikator lainnya. Menurut Heller (2010), Indikator ini meminta siswa untuk dapat menggambarkan masalah dalam konteks fisika serta siswa dapat menggambarkan diagram/alur yang diperlukan secara konsisten dengan pendekatan fisika yang tepat. Sehingga pada indikator ini. siswa dikatakan berhasil apabila siswa mampu mengubah representasi kata kedalam bentuk besaran-besaran fisika yang sudah dipelajari.


b. konsep fisika :
Energi kinetik angin → energi listrik. 2

Gambar 10. Cuplikan Jawaban Pre Test PD3


b. Besaran yang diketahui
- kecepatan angin (v) = 10 m/s
- Luas sapuan (A) = 50 m²
- Efisiensi (η) = 30% = 0,3
- kebutuhan energi perrumah = 3600 Wh / hari
- Jumlah rumah = 260 4

Daya angin :
$P = \frac{1}{2} \rho A v^3$
Dengan ρ (massa jenis udara) = 1,2 kg/m³

Gambar 11. Cuplikan Jawaban Post Test PD3

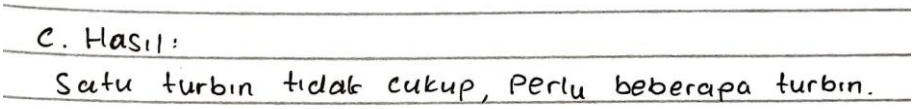
Temuan pada *pre test* menunjukkan bahwa siswa belum sepenuhnya mampu merepresentasikan masalah ke dalam deskripsi fisika yang operasional. Jawaban tersebut mengindikasikan bahwa siswa telah mengenali konsep umum yang terlibat, namun belum mampu mengidentifikasi besaran-besaran fisika yang relevan dari narasi soal. Kondisi ini sejalan dengan hasil penelitian (Bartsch et al., 1992) yang mengungkapkan bahwa rendahnya keterampilan pemecahan masalah peserta didik seringkali disebabkan oleh kesulitan dalam mendeskripsikan masalah serta menghubungkan argumen dengan pendekatan fisika yang sesuai dalam proses penyelesaiannya. Dengan demikian, pada tahap awal ini siswa masih mengalami kendala dalam merepresentasi bentuk verbal ke dalam besaran fisika yang sesuai.

Sebaliknya, pada hasil *post test*, jawaban siswa menunjukkan perkembangan yang lebih sistematis. Perubahan ini memperlihatkan bahwa setelah proses pembelajaran, siswa mulai mampu membangun representasi masalah yang lebih terstruktur sesuai konsep fisika yang sudah dipelajari. Peningkatan dari jawaban yang bersifat konseptual umum menuju identifikasi variabel kuantitatif menunjukkan adanya perkembangan dalam struktur berpikir siswa dari tahap deskriptif menuju tahap analitis.

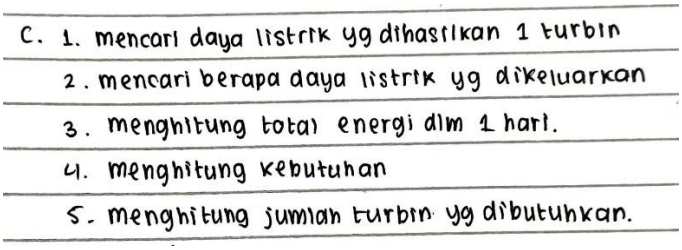
3.2.1.3. Plan the solution

Indikator ini dilatihkan pada sintak *assist teamwork and study*. Setelah siswa menghubungkan permasalahan dengan konsep fisika yang dipelajari, kemudian siswa dilatih untuk membuat rencana solusi penyelesaian masalah berdasarkan konsep fisika yang dipilih. Guru memfasilitasi siswa untuk berdiskusi antar kelompok agar siswa dapat memperkaya informasi rencana solusi permasalahan.

Pada indikator *plan the solution*, diperoleh nilai N-gain sebesar 0,65 yang termasuk dalam kategori sedang. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan siswa dalam menyusun langkah-langkah penyelesaian masalah secara sistematis. Menurut Heller (2010), pencapaian indikator dalam menyusun rencana pemecahan masalah mengharuskan siswa untuk dapat menuliskan rencana tentang apa yang akan dilakukan untuk menyelesaikan masalah tersebut.



Gambar 12. Cuplikan Jawaban Pre Test PD17



Gambar 13. Cuplikan Jawaban Post Test PD17

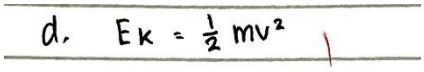
Berdasarkan hasil *pre test*, terlihat bahwa siswa belum mampu menyusun rencana penyelesaian secara sistematis. Jawaban yang diberikan, yaitu "satu turbin tidak cukup, perlu beberapa turbin," menunjukkan bahwa siswa langsung menarik kesimpulan tanpa menjelaskan langkah-langkah perhitungan yang akan dilakukan. Hal ini mengindikasikan bahwa siswa belum mampu mengorganisasi strategi penyelesaian berdasarkan besaran-besaran fisika yang telah diidentifikasi sebelumnya. Dengan kata lain, siswa belum menunjukkan adanya perencanaan prosedural yang jelas sebelum melakukan penyelesaian kuantitatif. Ketidakmampuan dalam menyusun langkah-langkah sistematis pada *pre test* juga relevan dengan temuan (In et al., 2016; Kohl et al., 2007) yang mengungkapkan bahwa ketika menghadapi kesulitan dalam pemecahan masalah, siswa sering kali kekurangan ide atau strategi yang terstruktur untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Sebaliknya, pada hasil *post test*, siswa telah mampu menyusun langkah-langkah penyelesaian secara runtut, mulai dari mencari daya listrik yang dihasilkan satu turbin, menghitung energi yang dihasilkan dalam satu hari, membandingkannya dengan kebutuhan energi, hingga menentukan jumlah turbin yang dibutuhkan. Jawaban ini menunjukkan bahwa siswa telah mampu mengembangkan strategi penyelesaian yang logis dan berurutan. Peningkatan ini menunjukkan adanya perkembangan dalam kemampuan berpikir strategis siswa, di mana mereka mulai memahami bahwa penyelesaian masalah fisika tidak hanya bergantung pada penguasaan rumus, tetapi juga pada kemampuan merancang alur penyelesaian yang terstruktur.

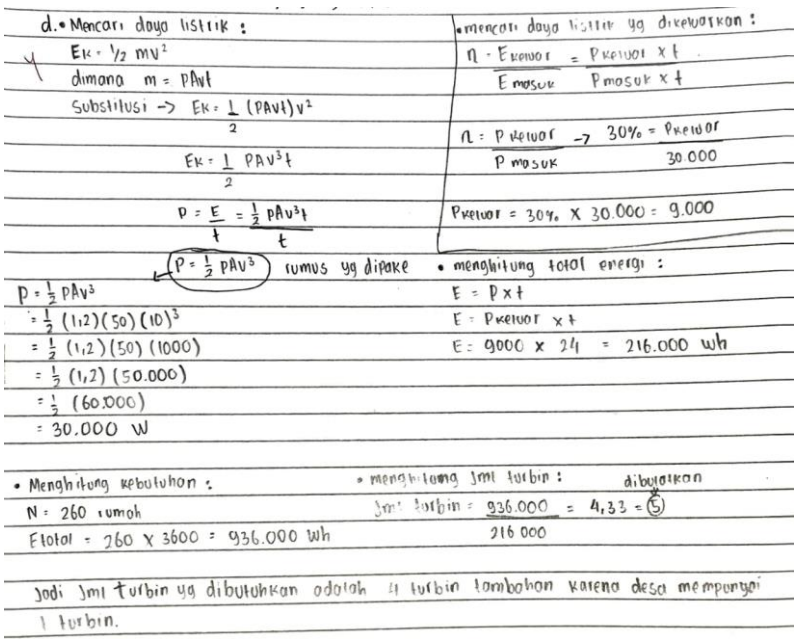
3.2.1.4. Execute the plan

Indikator ini dilatihkan pada sintak *assist teamwork and study*. Siswa merangkum hasil diskusi dan mulai melaksanakan solusi permasalahan berdasarkan rencana solusi yang dibuat sebelumnya.

Indikator *execute the plan* memperoleh nilai N-gain sebesar 0,59 yang termasuk dalam kategori sedang. Nilai ini menunjukkan adanya peningkatan dalam kemampuan siswa melakukan prosedur penyelesaian sesuai dengan rencana yang telah dibuat. Indikator ini dapat tercapai jika siswa dapat melaksanakan strategi yang telah dibuat dengan terstruktur dan teliti untuk mendapatkan solusi yang tepat (Heller, 2010).



Gambar 14. Cuplikan Jawaban Pre Test PD19



Gambar 15. Cuplikan Jawaban Post Test PD19

Berdasarkan hasil *pre test*, siswa belum mampu melaksanakan rencana penyelesaian secara utuh dan sistematis. Jawaban yang hanya menuliskan persamaan energi kinetik menunjukkan bahwa siswa langsung berfokus pada penggunaan rumus tanpa mengembangkan langkah perhitungan lebih lanjut hingga memperoleh solusi yang sesuai dengan konteks permasalahan. Tidak terlihat adanya proses penurunan menuju perhitungan daya turbin, pemanfaatan efisiensi, maupun perbandingan dengan kebutuhan energi harian desa. Hal ini mengindikasikan bahwa siswa belum menjalankan strategi penyelesaian secara terstruktur sebagaimana yang disyaratkan dalam indikator *execute the plan* menurut Heller (2010).

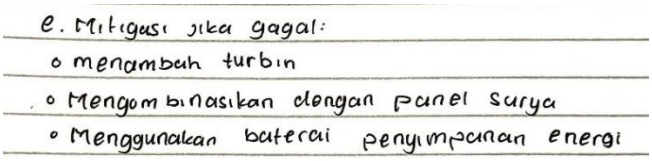
Kondisi tersebut sejalan dengan temuan (Docktor et al., 2015) yang menyatakan bahwa peserta didik cenderung terbiasa mengerjakan soal fisika berbasis persamaan matematis tanpa didahului analisis konseptual yang memadai. Kesulitan siswa dalam merinci langkah-langkah penyelesaian sering kali disebabkan oleh kurangnya latihan dan pengalaman siswa dalam memecahkan masalah dengan merinci. (Pratiwi & Hidayat, 2020). Representasi jawaban *pre test* tersebut menunjukkan kecenderungan serupa, di mana siswa berhenti pada penggunaan rumus tanpa menyelesaikan persoalan secara kontekstual.

Sebaliknya, pada hasil *post test*, siswa sudah mampu melaksanakan langkah penyelesaian secara runtut dan sistematis sesuai dengan rencana yang telah disusun sebelumnya. Siswa terlebih dahulu menghitung daya angin yang masuk, mempertimbangkan efisiensi turbin untuk memperoleh daya keluaran, menghitung total energi listrik yang dihasilkan dalam satu hari, kemudian membandingkannya dengan kebutuhan energi desa hingga menentukan jumlah turbin yang dibutuhkan. Prosedur ini menunjukkan bahwa siswa tidak hanya melakukan substitusi rumus, tetapi juga mengintegrasikan konsep daya, energi, dan efisiensi dalam konteks permasalahan energi alternatif. Proses tersebut melibatkan identifikasi prinsip-prinsip fisika yang relevan serta kemampuan untuk mengintegrasikan berbagai keterampilan, seperti pemrosesan matematis, komputasi, dan pemahaman hubungan timbal balik antara konsep fisika dan representasi matematis (Hegde & Meera, 2012).

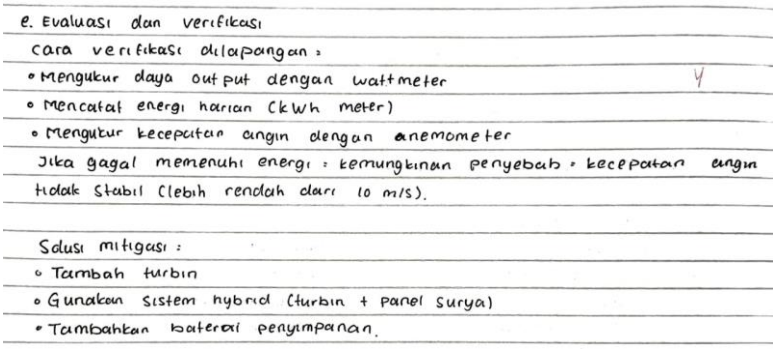
3.2.1.5. Check and evaluate

Indikator ini dilatihkan pada sintak *test on materials* dan *provide recognition*. Siswa memaparkan hasil solusi permasalahan berdasarkan proses berfikir dan diskusi yang dilakukan. Guru memfasilitasi siswa untuk saling melakukan tanya jawab dalam diskusi presentasi kelas, sehingga siswa mampu mengevaluasi solusi permasalahan dengan mempertimbangkan dampak yang mungkin terjadi dari solusi tersebut dan cara penanganan/mitigasi lanjutan yang harus dibuat. Guru juga memberikan penguatan atas solusi permasalahan untuk meminimalisir miskonsepsi.

Pada indikator *check and evaluate*, diperoleh nilai N-gain sebesar 0,64 dengan kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam melakukan pengecekan kembali terhadap hasil penyelesaian mengalami peningkatan. Pencapaian indikator ini mengharuskan siswa untuk dapat meninjau kembali hasil perhitungan dan konsep penyelesaian soal fisika (Heller, 2010).


e. Mitigasi jika gagal:
- menambah turbin
- Mengombinasikan dengan panel surya
- Menggunakan baterai penyimpanan energi

Gambar 16. Cuplikan Jawaban Pre Test PD29


e. Evaluasi dan verifikasi
cara verifikasi dilapangan :
- Mengukur daya output dengan wattmeter
- Mencatat energi harian (kWh meter)
- Mengukur kecepatan angin dengan anemometer

Jika gagal memenuhi energi : kemungkinan penyebab : kecepatan angin tidak stabil (lebih rendah dari 10 m/s).

Solusi mitigasi :
- Tambah turbin
- Gunakan sistem hybrid (turbin + panel surya)
- Tambahkan baterai penyimpanan.

Gambar 17. Cuplikan Jawaban Post Test PD29

Berdasarkan hasil *pre test*, siswa belum menunjukkan kemampuan untuk melakukan proses evaluasi dan verifikasi terhadap solusi dan tidak terdapat penjelasan mengenai prosedur teknis untuk memverifikasi kesesuaian antara hasil perhitungan dan kondisi aktual di lapangan. Hal ini menunjukkan bahwa siswa belum melakukan proses *checking* terhadap hasil penyelesaian maupun analisis terhadap kemungkinan ketidaksesuaian antara perhitungan dan realita.

Sebaliknya, pada hasil *post test*, siswa telah mampu menguraikan langkah pengecekan secara lebih terstruktur. Jawaban ini menunjukkan bahwa siswa telah memahami bahwa hasil perhitungan matematis perlu dipertimbangkan melalui keadaan langsung di lapangan. Peningkatan pada *post test* menunjukkan bahwa siswa tidak hanya berhenti pada analisa perhitungan, tetapi mulai mempertimbangkan kemungkinan permasalahan yang bisa terjadi dan faktor-faktor eksternal yang memengaruhi kinerja sistem.

Secara keseluruhan, hasil analisis pada setiap indikator keterampilan pemecahan masalah berdasarkan kerangka Heller menunjukkan adanya peningkatan kualitas berpikir siswa dari *pre test* ke *post test*. Perkembangan ini menunjukkan bahwa siswa tidak hanya mengalami peningkatan pada aspek perhitungan matematis, tetapi juga pada kemampuan analitis dan reflektif dalam memecahkan masalah fisika. (Rokhayati et al., 2022) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pembelajaran yang mengintegrasikan pendekatan yang mendorong pemahaman konsep yang mendalam dengan penerapan strategi pemecahan masalah yang bervariasi, akan menghasilkan proses pembelajaran yang efektif dan refleksi terhadap bagi siswa. (Indriani et al., 2023) juga menyebutkan bahwa pendekatan yang melatih siswa melalui tahapan *problem solving* secara sistematis mampu mengurangi kecenderungan penggunaan rumus secara langsung tanpa analisis konseptual yang memadai.

Karakteristik model *Cooperative Problem Solving* (CPS) yang menekankan kerja secara kooperatif dalam menyusun strategi dan mengevaluasi solusi, serta strategi *Two Stay Two Stray* (TSTS) yang mendorong pertukaran ide antarkelompok, turut berkontribusi dalam proses perkembangan keterampilan pemecahan masalah siswa. Dengan demikian, temuan penelitian ini memperkuat hasil studi sebelumnya yang dilakukan oleh (Avico et al., 2019) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis pemecahan masalah secara kooperatif dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa, dan juga penelitian yang dilakukan oleh (Suraji & Sari, 2017) yang menyatakan bahwa penggunaan strategi *two stay two stray* dalam proses pembelajaran mampu meningkatan ketermpilan pemecahan masalah siswa.

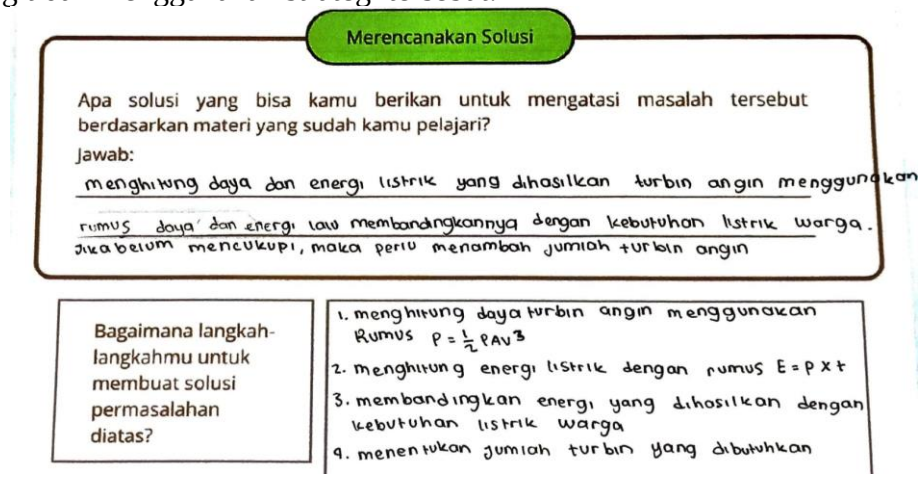
3.2.2. Pengaruh Model *Cooperative Problem Solving* dengan *Strategi Two Stay Two Stray* terhadap Peningkatan Keterampilan Pemecahan Masalah

Berdasarkan nilai N-gain yang ditunjukkan pada Tabel 3, terdapat perbedaan peningkatan keterampilan pemecahan masalah antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Perbedaan tersebut diduga dipengaruhi oleh adanya penerapan strategi *Two Stay Two Stray* (TSTS) yang diintegrasikan dalam model CPS pada kelas eksperimen. Strategi ini diterapkan pada tahap *middle game*, khususnya pada sintak *assist teamwork and study*, yang berkaitan dengan indikator *plan a solution* dalam keterampilan pemecahan masalah.

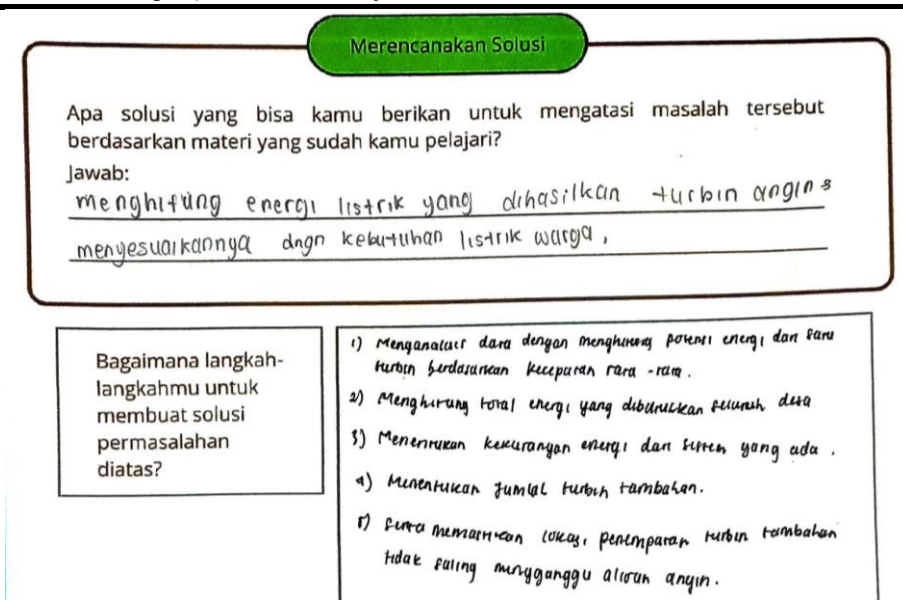
Pada kelas eksperimen, siswa terlebih dahulu merancang solusi melalui diskusi internal kelompok berdasarkan pemahaman konsep energi alternatif yang telah dipelajari. Selanjutnya, melalui mekanisme dua siswa menetap dan dua siswa berpencar, hasil diskusi tersebut dipertukarkan dengan kelompok lain yang memiliki permasalahan serupa. Proses ini memungkinkan terjadinya pertukaran ide, pengayaan konsep, serta perbandingan alternatif solusi antar kelompok. Hal ini sejalan dengan pendapat (Nurhikmayati, 2019) yang menyatakan bahwa pembelajaran tipe *Two Stay Two Stray* memberikan kesempatan seluas-luasnya kepada siswa untuk menggali informasi dan mengetahui berbagai konsep serta penyelesaian dari kelompok lain. Dengan demikian, siswa memperoleh peluang untuk memperbaiki dan menyempurnakan rencana solusi yang telah disusun sehingga menjadi lebih sistematis dan berbasis konsep fisika yang tepat.

Selain itu, interaksi aktif dalam kelompok juga merupakan karakteristik utama pembelajaran kooperatif. Slavin dalam (Rusman, 2013) menyatakan bahwa pembelajaran kooperatif mendorong siswa untuk berinteraksi secara aktif dan positif dalam kelompok. Interaksi tersebut tampak pada proses diskusi lintas kelompok di kelas eksperimen yang memungkinkan terjadinya konstruksi pengetahuan. Hal ini terlihat pada cuplikan jawaban kelompok kelas eksperimen yang menunjukkan langkah penyelesaian yang lebih runtut, mulai dari perhitungan daya, energi, hingga penentuan jumlah turbin yang dibutuhkan. Siswa juga sudah mampu untuk menentukan persamaan dari konsep fisika yang sudah dipelajari untuk anntinya digunakan sebagai solusi permasalahan.

Sebaliknya, pada kelas kontrol yang hanya menerapkan model CPS tanpa integrasi TSTS, diskusi dilakukan dalam lingkup kelompok masing-masing. Meskipun proses perencanaan solusi tetap berlangsung, kesempatan untuk memperoleh perspektif tambahan dari kelompok lain relatif terbatas. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Asri et al., 2020) yang menunjukkan bahwa penerapan strategi *Two Stay Two Stray* membuat siswa lebih terlibat langsung dalam diskusi kelompok untuk membahas pertanyaan atau permasalahan, sehingga berdampak pada peningkatan aspek penerapan rencana pemecahan masalah dibandingkan kelas yang tidak menggunakan strategi tersebut.



Gambar 18. Cuplikan jawaban LKPD kelompok siswa kelas eksperimen



Gambar 19. Cuplikan jawaban LKPD kelompok siswa kelas control

Setelah dianalisis, perbedaan kualitas jawaban antara kedua kelas tidak tampak secara mencolok. Secara umum, kedua kelas sama-sama menunjukkan peningkatan kemampuan dalam merancang solusi permasalahan setelah penerapan model CPS. Hal ini mengindikasikan bahwa perbedaan yang muncul lebih bersifat kecenderungan kualitas proses diskusi, bukan perbedaan yang sangat kontras pada hasil akhir jawaban siswa. Meskipun nilai N-Gain menunjukkan rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, hasil uji *independent sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,313 yang mana nilai tersebut > 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan peningkatan keterampilan pemecahan masalah antara kedua kelas tidak signifikan secara statistik.

Temuan ini mengindikasikan bahwa model CPS yang diterapkan pada kedua kelas sama-sama berkontribusi terhadap peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa. Integrasi strategi TSTS pada kelas eksperimen memang memberikan tambahan kesempatan interaksi dan pertukaran ide, namun kontribusinya belum cukup besar untuk menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik. Hal ini diperkuat oleh hasil perhitungan *effect size* menggunakan Cohen's d yang memperoleh nilai sebesar 0,236 dan termasuk dalam kategori kecil. Artinya, integrasi strategi TSTS memberikan pengaruh terhadap peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa, namun besar pengaruhnya masih dalam kategori rendah. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model CPS efektif dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa, sedangkan strategi TSTS berperan sebagai penguat proses diskusi dan elaborasi solusi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan model *Cooperative Problem Solving* (CPS) dengan strategi *Two Stay Two Stray* (TSTS) pada kelas eksperimen mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa. Peningkatan tersebut ditunjukkan oleh nilai N-Gain yang berada pada kategori sedang, serta peningkatan pada seluruh indikator keterampilan pemecahan masalah yang meliputi *focus on the problem, describe the problem in physics description, plan the solution, execute the plan, check and evaluate.*
2. Peningkatan keterampilan pemecahan masalah yang terjadi pada kelas eksperimen tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan kelas control, namun integrasi strategi *Two Stay Two Stray* dalam model *Cooperative Problem Solving* tetap memberi pengaruh terhadap peningkatan keterampilan pemecahan masalah meskipun berada pada kategori rendah.

DAFTAR PUSTAKA

Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, *45*(1). https://doi.org/10.1177/0013164485451012

Asri, I. H., Lestarini, Y., & Fajri, N. (2020). The Influence of Two Stay Two Stray (TS-TS) Cooperative Model on Problem Solving Ability. *Journal of Physics: Conference Series*, *1539*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1539/1/012063

Avico, I., Purwanto, A., & Putri, D. H. (2019). PENGARUH PEMBELAJARAN COOPERATIVE PROBLEM SOLVING TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH FISIKA SISWA DI SMAN 1 KEPAHIANG. *Jurnal Kumparan Fisika*, *2*(1). https://doi.org/10.33369/jkf.2.1.17-24

Ayu, G. N., Putri, C. A., Riyanto, A. R., & Koto, I. (2025). The Scientific Literacy Competence of Students in Indonesia and Mexico Based on PISA 2022: An International Comparative Study. *TOFEDU: The Future of Education Journal*, *4*(5). https://doi.org/10.61445/tofedu.v4i5.525

Bartsch, M., Dehier, M., Dohlus, M., Ebeling, F., Hahne, P., Klatt, R., Krawczyk, F., Marx, M., Mm, Z., Pröpper, T., Schmitt, D., Schütt, P., C~, B. S., Wagner, B., Weiland, T., Wjpfb, S. G., & Wolter, H. (1992). Computer Physics Solution of Maxwell's equations. In *Computer Physics Communications* (Vol. 72).

Bhattacharya, S. C. (2015). Renewable energy education at the university level. *Renewable Energy*, *22*(1–3), 91–97. https://doi.org/10.1016/S0960-1481(00)00011-2

Ceberio, M., Almudí, J. M., & Franco, Á. (2016). Design and Application of Interactive Simulations in Problem-Solving in University-Level Physics Education. *Journal of Science Education and Technology*, *25*(4). https://doi.org/10.1007/s10956-016-9615-7

Creswell, W. John & Creswell, J. D. (2018a). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. *Sage*, *53*(9).

Creswell, W. John & Creswell, J. D. (2018b). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. *Sage*, *53*(9).

Dewi, I. N., Poedjiastoeti, S., & Prahani, B. (2017). ElSII Learning Model Based Local Wisdom To Improve Students' Problem Solving Skills and Scientific Communication. *International Journal of Education and Research*, *5*(1).

Docktor, J. L., Strand, N. E., Mestre, J. P., & Ross, B. H. (2015). Conceptual problem solving in high school physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, *11*(2). https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020106

Habsy, B. A., Christian, J. S., & Unaisah, U. (2024). Memahami Teori Pembelajaran Kognitif dan Konstruktivisme serta Penerapannya. In *Tsaqofah* (Vol. 4, Number 1).

Harydi, A., Achmadi, R., Fisika, J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2013). PENGEMBANGAN MATERI AJAR BERBASIS SCAFFOLDING PADA POKOK BAHASAN ANALISIS VEKTOR di SMAN 1 WARU PAMEKASAN. *Inovasi Pendidikan Fisika*, *2*(3).

Hegde, B., & Meera, B. N. (2012). How do they solve it? An insight into the learner's approach to the mechanism of physics problem solving. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, *8*(1). https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.010109

Heller, K., & Heller, P. (2010). Cooperative Problem Solving in Physics A User's Manual. *University of Minnesota*.

Hull, M. M., Kuo, E., Gupta, A., & Elby, A. (2013). Problem-solving rubrics revisited: Attending to the blending of informal conceptual and formal mathematical reasoning. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, *9*(1). https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.010105

In, L., Up, S., Ho, K. F., Hedberg, J. G., Doolittle, J. H., Cai, J., Alter, P., Brown, E. T., Pyle, J., Kousoulas, F., Tate, C. W., Zollman, A., Paltz, N., Skills, C. T., Yusop, R., Mahamod, Z., Antoš, K., Zamri, S. N. A. S., Ali, M. N., … Saltan, F. (2016). Problem Solving In Standards and Focal Points. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *3*(2).

Indriani, R., Rambe, K. B., & Wandini, R. R. (2023). Pengaruh Teori Polya terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, *7*(3).

Kohl, P. B., Rosengrant, D., & Finkelstein, N. D. (2007). Strongly and weakly directed approaches to teaching multiple representation use in physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, *3*(1). https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.3.010108

Kulsum, U., & Nugroho, S. (2014). Penerapan Model Pembelajaran Cooperative Problem Solving untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep dan Komunikasi Ilmiah Siswa pada Mata Pelajaran Fisika. *Physics Education Journal*, *3*(2).

Lailaturrahma, S., Surur, M., & Munawwir, Z. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Two Stay Two Stray Berbantuan Mind Maping Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Pada Pembelajaran Sosiologi Kelas X (Sepuluh) Ma Nurul Fata Tahun Pelajaran 2021/2022. *Journal on Education*, *05*(03), 5785–5794.

Martono, M.-1553-1-PB. pdfrtono. (2015). Fenomena Gas Rumah Kaca. *Swara Patra*, *5*(2), 78–85.

Nurhikmayati, L. (2019). Pengaruh Model Two Stay Two Stray Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik Siswa. *Jurnal Theorems (The Original of Mathematics)*, *3*(1).

Pratiwi, N. Y., & Hidayat, W. (2020). Kesulitan Siswa Madrasah Ibtidaiyah pada Materi Pecahan Berdasarkan Langkah Polya. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, *4*(2). https://doi.org/10.33603/jnpm.v4i2.3476

Ramadhan, M. F., Siroj, R. A., & Afgani, M. W. (2024). Validitas and Reliabilitas. *Journal on Education*, *6*(2). https://doi.org/10.31004/joe.v6i2.4885

Rofiqoh. (2020). *Model Two Stay Two Stray (TSTS) dalam Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar*.

Rokhayati, I. T., Prasasti, P. A. T., & Maruti, E. S. (2022). Literasi sains pada siswa sekolah dasar dalam pembelajaran IPA berpendekatan scientific inquiry. *Seminar Nasional Sosial Sains, Pendidikan, Humaniora (SENASSDRA)*, *1*(1).

Rusman. (2013). Belajar dan Pembelajaran Berbasis Pembelajaran Kooperatif. *Bandung: Alfabeta*.

Sari, V. J., Connie, C., & Swistoro, E. (2019). Upaya Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Hasil Belajar Peserta Didik melalui Penerapan Metode Cooperative Problem Solving. *Jurnal Kumparan Fisika*, *1*(1). https://doi.org/10.33369/jkf.1.1.70-77

Sugiyono. (2013). Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D (Bandung: Alfabeta, 2013), hlm. 3 . 1. *Metode Penelitian*, *2013*.

Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). Aplikasi Pemodelan Rasch Pada Assessment Pendidikan. *AplikAsi RascH PemodelAn Pada Assessment Pendidikan*, (September).

Suraji, S., & Sari, A. (2017). Penerapan Model Kooperatif Tipe Two Stay Two Stray (TSTS) dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SD. *Suska Journal of Mathematics Education*, *3*(2). https://doi.org/10.24014/sjme.v3i2.4043

Suyatno. (2009). *Menjelajah Pembelajaran Inovatif*. Masmedia Buana.

Utami, R. W., & Wutsqa, D. U. (2017). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematika dan self-efficacy siswa SMP negeri di Kabupaten Ciamis. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, *4*(2). https://doi.org/10.21831/jrpm.v4i2.14897

Yelensi, Y., Wiyono, K., & Andriani, N. (2020). Efektivitas Penggunaan Video Pembelajaran Materi Usaha Dan Energi Berbasis Permainan Tradisional. *Jurnal Pijar Mipa*, *15*(1). https://doi.org/10.29303/jpm.v15i1.1119

Yusup, F. (2018). Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Kuantitatif. *Jurnal Tarbiyah : Jurnal Ilmiah Kependidikan*, *7*(1). https://doi.org/10.18592/tarbiyah.v7i1.2100