

KEAKTIFAN DAN HASIL BELAJAR SISWA PADA MATERI TERMODINAMIKA MELALUI PENERAPAN *PROBLEM BASED LEARNING* BERBANTUAN GOOGLE SITES

Cinta Aurelia Sinaga¹, Juniastel Rajagukguk²

¹² Universitas Negeri Medan

¹cintasinaga2017@gmail.com, ²juniastel@unimed.ac.id

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the google sites-assisted Problem-Based Learning (PBL) model on students' learning activities and learning outcomes in thermodynamics in Grade 11 at SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan. The research design used was a quasi-experimental study with a pretest-posttest control group design. The research sample consisted of two classes selected using simple random sampling: the experimental class (XI Matlangraf, n=30), which implemented the google sites-assisted problem based learning model, and the control class (XI Matlangko-3, n=30), which followed conventional instruction. Learning activity data were collected through observation sheets over three sessions, while learning outcome data were obtained from a multiple-choice test instrument (17 items) that measured cognitive abilities at levels C4–C6. Data analysis utilized the normality test (Shapiro-Wilk), homogeneity test (Levene), and t-test using SPSS 25.0. The correlation between learning activities and learning outcomes was analyzed using Pearson's correlation. The results of the study indicate that: (1) the average learning activity in the experimental class increased consistently from 61.83 (moderately active) in the first session to 85.00 (active) in the third session, with an overall average of 72.83 (active); (2) the average learning outcomes of the experimental class (83.83) were significantly higher than those of the control class (71.50) based on a one-tailed t-test ($t=6.257$; $\text{Sig.}=0.000<0.05$); and (3) there is a significant positive relationship between learning activity and student learning outcomes ($r=0.597$; $p<0.05$). Thus, the implementation of the google sites-assisted problem based learning model has proven effective in improving student learning activity and outcomes in thermodynamics.

Keywords: Google sites, learning outcomes, learning activity, problem-based learning, thermodynamics.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model Problem Based Learning (PBL) berbantuan google sites terhadap aktivitas belajar dan hasil belajar siswa pada materi termodinamika di kelas XI SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan. Jenis penelitian yang digunakan adalah quasi experiment dengan pretest-posttest control group design. Sampel penelitian terdiri dari dua kelas yang dipilih menggunakan teknik simple random sampling, yaitu kelas eksperimen (XI Matlangraf, n=30) yang diterapkan model problem based learning berbantuan google sites dan kelas kontrol (XI Matlangko-3, n=30) yang mengikuti pembelajaran konvensional. Data aktivitas belajar dikumpulkan melalui lembar observasi selama tiga pertemuan, sedangkan data hasil belajar diperoleh dari instrumen tes pilihan ganda (17 butir soal) yang

mengukur kemampuan kognitif C4–C6. Analisis data menggunakan uji normalitas (Shapiro-Wilk), uji homogenitas (Levene), dan uji-t menggunakan program SPSS 25.0. Korelasi antara aktivitas dan hasil belajar dianalisis menggunakan korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) rata-rata aktivitas belajar kelas eksperimen meningkat secara konsisten dari 61,83 (cukup aktif) pada pertemuan pertama menjadi 85,00 (aktif) pada pertemuan ketiga, dengan rata-rata keseluruhan 72,83 (aktif); (2) rata-rata hasil belajar kelas eksperimen (83,83) lebih tinggi secara signifikan dibandingkan kelas kontrol (71,50) berdasarkan uji-t satu pihak ($t=6,257$; $\text{Sig.}=0,000<0,05$); dan (3) terdapat hubungan positif yang signifikan antara aktivitas belajar dan hasil belajar siswa ($r=0,597$; $p<0,05$). Dengan demikian, penerapan model problem based learning berbantuan google sites terbukti efektif meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa pada materi termodinamika.

Kata Kunci: *Google sites*, hasil belajar, aktivitas belajar, *problem based learning*, termodinamika.

A. Pendahuluan

Termodinamika merupakan salah satu materi fisika kelas XI SMA yang memiliki tingkat abstraksi tinggi, mencakup konsep kalor, usaha, energi dalam, serta hukum-hukum termodinamika yang saling berkaitan secara kompleks. Observasi awal yang dilakukan di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan menunjukkan bahwa hasil belajar siswa pada materi termodinamika masih tergolong rendah, di mana sebagian besar siswa belum dapat mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP). Kondisi ini diperparah oleh rendahnya aktivitas belajar siswa selama proses pembelajaran berlangsung, yang tercermin dari minimnya keterlibatan aktif, jaranganya pengajuan pertanyaan secara spontan oleh

siswa, serta sangat terbatasnya partisipasi dalam diskusi kelompok. Tantangan serupa juga dilaporkan pada kajian fisika berbasis komputasi di mana kemampuan berpikir kritis siswa terhadap konsep abstrak fisika ditemukan masih berada pada kategori rendah (Panggabean *et al.*, 2021). Oleh karena itu, diperlukan adanya inovasi model dan media pembelajaran yang mampu mendorong keterlibatan aktif siswa secara lebih optimal (Wang *et al.*, 2025).

Rendahnya aktivitas belajar dan hasil belajar siswa pada materi termodinamika tidak dapat dilepaskan dari pendekatan pembelajaran yang masih berpusat pada guru (*teacher-centered*), dengan metode ceramah dan tanya jawab sebagai satu-satunya strategi yang diterapkan.

Media pembelajaran yang digunakan pun terbatas pada buku teks dan *power point* statis yang tidak mampu memvisualisasikan konsep-konsep termodinamika secara kontekstual dan dinamis. Hasil angket siswa turut mengkonfirmasi bahwa materi yang dipelajari hanya dari buku teks dirasa sulit, dan kebutuhan terhadap pembelajaran yang dikaitkan dengan fenomena nyata dalam kehidupan sehari-hari—seperti cara kerja lemari es, AC, dan termos—sangat diinginkan oleh siswa. Hal ini sejalan dengan temuan Firmadani (2020) bahwa integrasi media berbasis teknologi dalam pembelajaran merupakan kebutuhan mendasar di era Revolusi Industri 4.0. Lebih lanjut, keterbatasan sarana media konvensional juga dilaporkan turut memengaruhi keterampilan proses sains dan efikasi diri siswa dalam pembelajaran fisika (Ulfah *et al.*, 2018).

Problem Based Learning (PBL) merupakan model pembelajaran yang menempatkan masalah kontekstual sebagai titik awal pembelajaran, sehingga secara langsung dirangsangnya aktivitas belajar siswa melalui proses identifikasi masalah, investigasi mandiri, diskusi kelompok,

dan penyajian solusi (Syamsidah & Suryani, 2018). Penerapan

PBL telah terbukti mampu mengubah pola belajar siswa dari pasif menjadi aktif, sekaligus meningkatkan hasil belajar melalui keterlibatan langsung siswa dalam pemecahan masalah yang bermakna (Yulianti & Gunawan, 2020). Pada materi termodinamika, masalah nyata seperti mengapa teh di termos lebih lama panas dibanding di gelas biasa, atau bagaimana kulkas memindahkan kalor dari suhu rendah ke suhu tinggi, dapat dijadikan stimulus kontekstual yang menjembatani pemahaman konsep abstrak secara lebih bermakna. Kombinasi PBL dengan media berbasis simulasi komputasional juga dilaporkan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa secara signifikan pada berbagai materi fisika (Argaw *et al.*, 2017; Ketaren *et al.*, 2022).

Efektivitas PBL pada materi termodinamika akan semakin optimal apabila didukung oleh *google sites* sebagai media pembelajaran digital. *Google sites* memungkinkan terintegrasinya berbagai konten pembelajaran seperti video fenomena termodinamika, simulasi interaktif

proses isokhorik, isobarik, isothermal, dan adiabatik, serta LKPD elektronik berbasis masalah dalam satu portal terpadu yang dapat diakses siswa kapan saja dan di mana saja (Subnarulloh dkk., 2024).

Ketersediaan Google Sites sebagai ekosistem belajar digital secara langsung mengatasi keterbatasan media konvensional yang selama ini digunakan di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan, sekaligus memfasilitasi setiap fase PBL secara lebih interaktif dan terstruktur. Hal ini sejalan dengan tingginya minat siswa terhadap pembelajaran berbasis teknologi, meskipun penggunaan Google Sites sebagai media pembelajaran belum pernah diterapkan di sekolah tersebut. Platform berbasis web juga telah ditunjukkan mampu mendukung pengembangan keterampilan inkuiri ilmiah dan penguasaan konsep fisika secara lebih mendalam (Kusumadewi dkk., 2023; Ritonga dkk., 2021).

Penelitian terdahulu mengkonfirmasi efektivitas kombinasi PBL dan Google Sites. Putri dkk. (2024) membuktikan bahwa PBL berbantuan Google Sites dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa secara signifikan pada

materi suhu, kalor, dan pemuaian. Amanda dkk. (2025) menunjukkan bahwa e-modul berbantuan Google Sites berbasis PBL dinyatakan efektif meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI. Sari dkk. (2025) mengkonfirmasi bahwa integrasi media digital dalam sintaks PBL secara signifikan meningkatkan hasil belajar kognitif fisika. Secara paralel, investigasi model *scientific inquiry* yang dilaksanakan di SMA Medan juga menghasilkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa mencapai kategori baik ketika model pembelajaran aktif diterapkan secara konsisten (Ginting *et al.*, 2021). Namun demikian, belum ada penelitian yang secara spesifik mengkaji aktivitas belajar dan hasil belajar secara bersamaan melalui PBL berbantuan *google sites* khusus pada materi termodinamika SMA. Kesenjangan inilah yang menjadi landasan penelitian ini, dengan tujuan mengkaji keaktifan dan hasil belajar siswa pada materi termodinamika melalui penerapan *problem based learning* berbantuan *google sites* di kelas XI SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *quasi experiment* dengan desain *pretest-posttest control group design*. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI yang terdiri dari 9 kelas. Sampel ditentukan menggunakan teknik *simple random sampling* dan diperoleh dua kelas, yaitu kelas XI Matlangraf sebagai kelas eksperimen dan kelas XI Matlangko-3 sebagai kelas kontrol, masing-masing berjumlah 30 siswa.

Kelas eksperimen mendapatkan perlakuan berupa model *problem based learning* berbantuan *google sites* yang dikembangkan secara khusus untuk materi termodinamika, memuat bahan ajar digital interaktif, LKPD berbasis masalah kontekstual, video pembelajaran, dan instrumen penilaian. Kelas kontrol mengikuti pembelajaran konvensional. Kedua kelas diberikan *pretest* sebelum perlakuan dan *posttest* setelah perlakuan sebanyak tiga pertemuan.

Instrumen penelitian terdiri dari: (1) lembar observasi aktivitas belajar dengan 5 indikator sesuai fase

problem based learning dengan penskoran 1-4; dan (2) instrumen tes hasil belajar berupa 17 butir soal pilihan ganda yang mengukur ranah kognitif C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (mencipta) pada materi termodinamika.

Validasi instrumen tes dilakukan menggunakan validitas isi (*V Aiken*) dengan dua validator ahli dan diperoleh nilai *V Aiken* berkisar 0,85-0,90 (kategori tinggi). Uji coba instrumen terhadap 30 siswa di SMA Negeri 1 Sidikalang menghasilkan 17 soal valid dari 20 soal dengan koefisien reliabilitas sebesar 0,947 (sangat tinggi). Validasi media *google sites* oleh ahli media memperoleh persentase kelayakan 85,42% (sangat layak). Analisis data menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk*, uji homogenitas *Levene*, uji-t dua pihak untuk membandingkan kemampuan awal, dan uji-t satu pihak untuk menguji hipotesis penelitian, seluruhnya menggunakan program SPSS 25.0 dengan taraf signifikansi $\alpha=0,05$. Korelasi antara aktivitas belajar dan hasil belajar dianalisis menggunakan korelasi *Pearson*.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil

1. Aktivitas Belajar Siswa

Aktivitas belajar siswa kelas eksperimen diamati selama tiga pertemuan menggunakan lembar observasi yang mencakup lima fase *problem based learning*. Untuk melihat secara rinci kontribusi setiap fase PBL terhadap aktivitas belajar siswa di masing-masing pertemuan, nilai rata-rata aktivitas berdasarkan setiap fase disajikan pada Tabel 1.

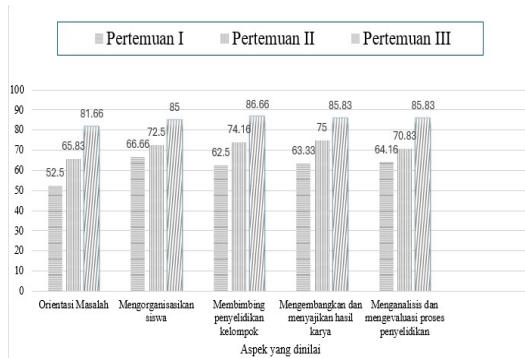
Tabel 1. Nilai Rata-rata Aktivitas Belajar Siswa Berdasarkan Fase PBL

Fase PBL	Pertemuan I	Pertemuan II	Pertemuan III	Rata-rata
Orientasi masalah	52,50	65,83	81,66	66,66
Mengorganisasikan siswa	66,66	72,50	85,00	74,72
Membimbing penyelidikan kelompok	62,50	74,16	86,66	74,44
Mengembangkan & menyajikan hasil karya	63,33	75,00	85,83	74,72
Menganalisis & mengevaluasi proses penyelidikan	64,16	70,83	85,83	73,60

Berdasarkan Tabel 1, fase “membimbing penyelidikan kelompok”

memperoleh nilai rata-rata tertinggi yaitu 74,44. Hal ini menunjukkan bahwa siswa paling antusias saat tahap investigasi dan diskusi kelompok melalui pengerjaan LKPD yang dapat diakses langsung dari *google sites*. Sementara itu, fase “orientasi masalah” memperoleh nilai terendah pada pertemuan pertama (52,50), namun peningkatan paling signifikan terjadi pada pertemuan ketiga (81,66). Ini mengindikasikan bahwa siswa semakin terlatih dalam membaca dan menganalisis masalah kontekstual yang disajikan melalui *google sites*. Temuan ini sejalan dengan Wulandari & Marlina (2021) yang menemukan bahwa peningkatan aktivitas belajar dalam model *problem based learning* berlangsung secara bertahap dari pertemuan pertama hingga akhir, dengan peningkatan tertinggi terjadi pada fase penyelidikan kelompok. Kemampuan berpikir kritis siswa dalam mengidentifikasi dan menganalisis masalah juga dilaporkan mengalami peningkatan bertahap seiring berulangnya pengalaman belajar berbasis model aktif (Ginting *et al.*, 2021). Mengindikasikan bahwa siswa semakin terlatih dalam membaca

dan menganalisis masalah kontekstual yang disajikan melalui *google sites*. Tren peningkatan pada setiap fase di setiap pertemuan dapat divisualisasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram batang peningkatan aktivitas belajar per fase PBL pada setiap pertemuan

Guna melihat gambaran keseluruhan perkembangan aktivitas belajar siswa dari pertemuan ke pertemuan, rekapitulasi nilai rata-rata per pertemuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perkembangan Aktivitas Belajar Kelas Eksperimen per Pertemuan

Pertemuan	Nilai Rata-rata	Kategori
I	61,83	Cukup Aktif
II	71,66	Aktif
III	85,00	Aktif
Rata-rata Keseluruhan	72,83	Aktif

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa aktivitas belajar pada pertemuan pertama berada pada kategori “cukup”, yang berada pada nilai rata-rata 61,83. Dapat disebabkan karena siswa masih berada dalam fase adaptasi terhadap

sintaks PBL yang berbeda dari pembelajaran konvensional yang biasa diikuti. Siswa cenderung ragu dalam mengidentifikasi masalah dan melakukan penyelidikan mandiri. Memasuki pertemuan kedua dan ketiga, aktivitas meningkat ke kategori “aktif” seiring meningkatnya kepercayaan diri dan kefasihan siswa dalam menjalani setiap fase PBL. Pola adaptasi bertahap ini juga ditemukan pada penelitian yang melibatkan model pembelajaran inovatif berbasis simulasi komputasional, di mana keterlibatan aktif siswa meningkat secara konsisten dari satu pertemuan ke pertemuan berikutnya (Ketaren *et al.*, 2022). Hal ini diperkuat oleh Arrahma *et al* (2025) yang membuktikan bahwa *google sites* mampu meningkatkan hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa karena menyajikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, interaktif, serta mendorong kemandirian belajar siswa.

2. Hasil Belajar Siswa

Sebelum perlakuan diberikan, kedua kelas terlebih dahulu mengikuti *pretest* untuk memastikan kesetaraan kemampuan awal.

Setelah tiga pertemuan perlakuan, kedua kelas diberikan posttest untuk mengukur capaian hasil belajar akhir. Perbandingan data pretest dan posttest kedua kelas secara lengkap disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Deskripsi Data Hasil Belajar
Pretest dan Posttest**

Statistik	Pretest Eksp	Pretest Kont.	Posttest Eksp.	Posttest Kont.
Nilai Tertinggi	58	52	93	87
Nilai Terendah	0	5	64	58
Rata-rata	24,50	22,90	83,83	71,50
Standar Deviasi	15,54	14,31	6,52	6,32

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa sebelum perlakuan diberikan, rata-rata pretest kelas eksperimen berapa pada nilai 24,50 dan kelas kontrol pada nilai 22,90 hampir setara dengan selisih hanya 1,60 poin. Kesetaraan ini dikuatkan oleh hasil uji-t dua pihak yang menghasilkan $t=0,288$ dengan $Sig.(2-tailed)=0,775 > 0,05$, sehingga H_0 diterima yang berarti kemampuan awal kedua kelas tidak berbeda secara signifikan sebelum intervensi diberikan. Setelah perlakuan diberikan selama tiga

pertemuan, perbedaan yang sangat mencolok terjadi pada nilai *posttest*. Rata-rata hasil belajar kelas eksperimen berapa pada nilai 83,83 jauh melampaui kelas kontrol yang berada pada nilai 71,50 dengan selisih 13,33 poin. Kesetaraan kemampuan awal antara kelas eksperimen dan kontrol merupakan prasyarat validitas internal yang penting dalam desain *quasi-eksperimen*.

Uji normalitas *Shapiro-Wilk* mengkonfirmasi bahwa seluruh data berdistribusi normal ($Sig. pretest kontrol = 0,270$; eksperimen = 0,126; *posttest* kontrol = 0,277; eksperimen = 0,702; seluruhnya $> 0,05$). Uji homogenitas *Levene* juga menyatakan varians homogen ($Sig. pretest = 0,226$; *posttest* = 0,753; keduanya $> 0,05$). Berdasarkan terpenuhinya seluruh uji prasyarat tersebut, uji-t satu pihak menghasilkan $t = 6,257$ dengan $Sig.(1-tailed) = 0,000 < 0,05$, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hasil ini membuktikan bahwa penerapan model PBL berbantuan *google sites* memberikan pengaruh yang positif dan signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa pada materi termodinamika. Temuan ini

sejalan dengan Yulianti & Gunawan (2020) yang menyatakan bahwa model PBL merupakan strategi efektif meningkatkan hasil belajar melalui keaktifan diskusi kelompok dan kemampuan berpikir kritis, serta diperkuat oleh Argaw *et al.* (2017) yang membuktikan bahwa PBL secara signifikan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah fisika pada siswa SMA. Sari dkk. (2025) juga membuktikan bahwa integrasi media digital ke dalam sintaks PBL secara signifikan meningkatkan hasil belajar kognitif siswa fisika.

1. Korelasi Aktivitas Belajar dan Hasil Belajar

Setelah diketahui bahwa PBL berbantuan *google sites* berpengaruh signifikan terhadap aktivitas dan hasil belajar secara terpisah, analisis selanjutnya dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan yang bermakna antara kedua variabel tersebut. Analisis korelasi *Pearson* dilakukan menggunakan nilai rata-rata aktivitas belajar selama tiga pertemuan sebagai variabel X dan nilai *posttest* sebagai variabel Y pada kelas eksperimen (n=30). Hasil analisis korelasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Korelasi Pearson Aktivitas Belajar dan Hasil Belajar

Pearson <u>r</u>	Sig. (1- tailed) Keterangan	N	Kategori
0,597	0,000 Signifikan	30	Sedang

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa nilai $r=0,597$ ini menunjukkan adanya hubungan positif berkategori sedang antara aktivitas belajar dan hasil belajar siswa. Arah korelasi positif bermakna bahwa semakin tinggi aktivitas belajar siswa, semakin tinggi pula hasil belajar yang diperoleh. Nilai $Sig.=0,000<0,05$ mengkonfirmasi bahwa hubungan ini signifikan secara statistik. Korelasi berkategori sedang mengindikasikan bahwa aktivitas belajar memberikan kontribusi bermakna namun tidak menjadi satu-satunya penentu hasil belajar. Faktor lain seperti motivasi belajar, kemampuan awal, gaya belajar, dan kondisi psikologis siswa turut berkontribusi. Basit dkk. (2024) menemukan bahwa kontribusi aktivitas belajar terhadap hasil belajar pada kelas PBL berbantuan media digital mencapai 64%, yang mengindikasikan bahwa keduanya merupakan variabel yang saling berkaitan erat dalam konteks pembelajaran berbasis masalah. Hubungan positif antara aktivitas dan

hasil belajar juga ditemukan secara konsisten dalam pembelajaran fisika berbasis model kooperatif yang melibatkan aktivitas siswa secara aktif dan terstruktur (Panggabean *et al.*, 2021)

Hal ini mendukung teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh siswa melalui pengalaman dan interaksi dengan lingkungan belajar. *Google sites* berperan sebagai lingkungan belajar digital yang kaya stimulus, sementara PBL menyediakan struktur pedagogis yang mendorong siswa berinteraksi secara aktif. Kombinasi keduanya menciptakan kondisi ideal bagi siswa untuk membangun pengetahuan secara bermakna (Ismail dkk., 2024).

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan: (1) aktivitas belajar siswa kelas eksperimen yang menerapkan model problem based learning berbantuan *google sites* meningkat secara konsisten dari kategori cukup aktif (61,83) pada pertemuan pertama menjadi aktif (85,00) pada pertemuan ketiga dengan rata-rata keseluruhan 72,83 (aktif), serta nilai rata-rata posttest

sebesar 83,83 yang melampaui kelas kontrol (71,50); (2) terdapat pengaruh yang positif dan signifikan dari penerapan model problem based learning berbantuan *google sites* terhadap hasil belajar siswa pada materi termodinamika, dibuktikan oleh uji-t satu pihak dengan $t=6,257$ dan $\text{Sig.}=0,000<0,05$; serta (3) terdapat hubungan positif yang signifikan antara aktivitas belajar dan hasil belajar siswa dengan koefisien korelasi $r=0,597$ (kategori sedang, $p<0,05$).

Berdasarkan temuan tersebut, disarankan agar guru fisika mempertimbangkan penerapan model problem based learning berbantuan *google sites* khususnya pada materi yang bersifat abstrak seperti termodinamika, mengingat kombinasi ini terbukti efektif meningkatkan keterlibatan aktif siswa sekaligus capaian hasil belajar. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi variabel lain seperti kemampuan berpikir kritis dan kecakapan pemecahan masalah dengan cakupan sampel yang lebih luas, termasuk pengujian efektivitas model pada materi fisika lain seperti gelombang dan fluida yang juga memiliki tingkat abstraksi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Argaw, A. S., Haile, B. B., Ayalew, B. T., & Kuma, S. G. (2017). The effect of problem based learning (PBL) instruction on students' motivation and problem solving skills of physics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(3), 85.
- Arrahma, A., Linda, R., & Azizahwati, A. (2025). Google Sites innovation as a web-based learning media on substance material and its changes. *Journal of Science Education Research*, 9(1), 43–52.
- Basit, D. A., Muslim, B., & Saridewi, N. (2024). Penerapan model pembelajaran *problem based learning* berbantuan media Macromedia Flash terhadap aktivitas belajar dan hasil belajar siswa SMA pada materi laju reaksi. *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo*, 9(2), 108.
- Firmadani, F. (2020). Media pembelajaran berbasis teknologi sebagai inovasi pembelajaran era Revolusi Industri 4.0. *Prosiding Konferensi Pendidikan Nasional*, 93–97.
- Ginting, S., Sinulingga, K., Tampubolon, T., & Rajagukguk, J. (2021). Analysis of students critical thinking ability using models scientific inquiry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1819(1).
- Ismail, R., Imawan, O. R., Inayah, S., Trisnawati, Nirfayanti, Kau, M. S., Ernawati, Sulfiati, Y., Arianto, Nasrullah, A., Anas, & Yuliati, Y. (2024). *Pembelajaran dengan problem based learning*. Edupedia Publisher.
- Ketaren, M., Rajagukguk, J., & Motlan. (2022). The effect of the Modellus-based PBL model on the critical and creative thinking of class IX high school students on wave material. *Konferensi Internasional Pendidikan Fisika*.
- Panggabean, J. H., Siregar, M. S. D., & Rajagukguk, J. (2021). The effect of teams games tournament (TGT) method on outcomes learning and conceptual knowledge in physics science. *Conference Series*, 1819.
- Sari, Y., Utomo, D., & Astina, I. (2025). Integrasi media digital ke dalam sintaks *problem based learning* dan dampaknya terhadap hasil belajar kognitif siswa fisika SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 21(1).
- Subnarulloh, Sugiharti, R. E., & Rikmasari, R. (2024). Website Google Sites sebagai perangkat. *Jurnal An-Nizām: Jurnal Bakti Bagi Bangsa*, 3(1), 59–66.
- Syamsidah, & Suryani, H. (2018). *Buku model problem based learning (PBL)*. Deepublish.
- Ulfah, M., Harahap, M. B., & Rajagukguk, J. (2018). The effect of scientific inquiry learning model for student's science process skill and self-efficacy in the static fluid subject. *3rd Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership (AISTEEL 2018)*, 446.
- Wang, C., Song, L., & Jiang, J. (2025). The impact of project-based learning on university physics education: Enhancing cognitive skills and core competencies. *Frontiers in Psychology*, 16, 1–17.
- Wulandari, M., & Marlina, R. (2021). Penerapan problem based learning untuk meningkatkan aktivitas belajar. *Jurnal Pendidikan Sains*, 9(2), 66–72.
- Yulianti, E., & Gunawan, I. (2020). Penerapan model pembelajaran PBL terhadap peningkatan hasil belajar dan kemampuan pemecahan masalah siswa. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 8(1), 47–56.