

Self-Regulatory Skills Berdasarkan Gaya Belajar Pada Mahasiswa Calon Guru Fisika: SEM Analysis

Elisia Nurin Afifatur Rahmah¹⁾

Universitas Negeri Surabaya¹⁾

Email: elisia.23104@mhs.unesa.ac.id¹⁾

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh gaya belajar visual, auditori, dan kinestetik terhadap keterampilan regulasi diri mahasiswa calon guru fisika dengan motivasi belajar sebagai variabel mediasi. Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif eksplanatori dengan metode Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS) untuk menguji hubungan langsung dan tidak langsung antar variabel laten. Data dikumpulkan dari 276 mahasiswa pendidikan fisika melalui kuesioner daring yang divalidasi oleh pakar. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh konstruk memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas dengan nilai loading factor 0,55–0,79 dan AVE > 0,50. Gaya belajar visual berpengaruh kuat terhadap perencanaan dan pemantauan, gaya auditori dominan terhadap strategi adaptif, sedangkan gaya kinestetik signifikan terhadap evaluasi. Selain pengaruh langsung, motivasi belajar terbukti memediasi hubungan antara gaya belajar dan keterampilan regulasi diri, yang menunjukkan bahwa preferensi belajar tertentu meningkatkan motivasi yang pada gilirannya memperkuat kemampuan mahasiswa dalam merencanakan, memantau, dan mengevaluasi proses belajar. Temuan ini memperluas teori *Self-regulated learning* dengan menegaskan peran motivasi sebagai mekanisme psikologis yang menghubungkan gaya belajar dengan keterampilan regulasi diri. Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan dasar bagi pengembangan strategi pembelajaran multimodal yang mendukung kemandirian dan refleksi belajar calon guru fisika di era digital.

Kata Kunci

Gaya Belajar; Motivasi Belajar; Regulasi Diri; Mahasiswa Pendidikan Fisika; SEM-PLS

This study aims to analyze the effect of visual, auditory, and kinesthetic learning styles on the self-regulation skills of prospective physics teachers with learning motivation as a mediating variable. The approach used is explanatory quantitative with the Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS) method to test the direct and indirect relationships between latent variables. Data were collected from 276 physics education students through an online questionnaire validated by experts. The results of the analysis showed that all constructs met the validity and reliability criteria with factor loadings of 0.55–0.79 and AVE > 0.50. Visual learning styles had a strong influence on planning and monitoring, auditory styles were dominant in adaptive strategies, while kinesthetic styles were significant in evaluation. In addition to direct influences, learning motivation was found to mediate the relationship between learning styles and self-regulation skills, indicating that specific learning preferences increase motivation, which in turn strengthens students' ability to plan, monitor, and evaluate the learning process. These findings expand the Self-regulated learning theory by confirming the role of motivation as a psychological mechanism linking learning styles to self-regulation skills. Practically, the results of this study provide a basis for developing multimodal learning strategies that support learning independence and reflection prospective physics teachers in the digital age.

Keywords

Learning Styles; Learning Motivation; Self-Regulation; Physics Education Students; SEM-PLS

PENDAHULUAN

Keterampilan regulasi diri (*self-regulatory skills / SRS*) merupakan komponen fundamental dalam pengembangan calon guru fisika karena menentukan sejauh mana individu mampu mengelola proses belajar secara mandiri dan reflektif. Menurut teori *self-regulated learning* yang dikemukakan oleh Zimmerman dan Schunk (2011), SRS melibatkan tiga fase utama yakni perencanaan (*forethought*), pelaksanaan (*performance control*), dan refleksi (*self-reflection*) yang membentuk siklus berkelanjutan dalam pembelajaran (AKIROŽLU, et., al., 2018; Latva-aho, et., al., 2024). Melalui siklus ini, calon guru belajar untuk menetapkan tujuan, memantau kemajuan, mengevaluasi hasil, serta menyesuaikan strategi belajar secara adaptif (Schunk & Greene, 2018). Dalam konteks pendidikan guru fisika, kemampuan tersebut menjadi fondasi penting untuk mengembangkan pedagogi berbasis inkuiiri dan refleksi ilmiah yang menuntut otonomi serta tanggung jawab tinggi (Ortube, et., al., 2024). Selain itu, transformasi pendidikan abad ke-21 yang ditandai oleh pembelajaran digital dan kolaboratif menuntut calon guru untuk tidak hanya menguasai konten, tetapi juga memiliki *metacognitive awareness* dan *self-directed learning capacity* yang tinggi (Ahmed, et., al., 2025; Banjarnahor, et., al., 2025; Halmo, et., al., 2024).

Dalam berbagai penelitian menunjukkan bahwa regulasi diri memiliki hubungan positif dengan hasil belajar, efikasi diri, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa pendidikan sains (Habibi, et., al., 2019); (Anthonysamy, et., al., 2021). Mahasiswa dengan SRS tinggi terbukti lebih mampu memonitor pemahaman konsep dan memperbaiki kesalahan kognitif dalam pembelajaran fisika berbasis eksperimen. Selain itu, gaya belajar (*learning styles*) juga berperan signifikan dalam membentuk variasi strategi regulasi diri mahasiswa (Brenner, 2022; Chun, et., al., 2025; He, 2025; Mumcu & Çebi, 2025). Modalitas visual, auditori, dan kinestetik memengaruhi preferensi individu dalam menerima dan mengelola informasi (Fleming & Mills, 2019). Temuan terbaru menunjukkan bahwa integrasi pendekatan multimodal dapat memperkuat kemampuan reflektif dan kesadaran metakognitif mahasiswa, terutama ketika gaya belajar disesuaikan dengan strategi pembelajaran aktif (Dey & Das, 2025; Karlen, et., al., 2020; Tran, et., al., 2022; Zimmerman & Bandura, 1994). Penelitian (Tran, et., al., 2022) bahkan menegaskan bahwa keseimbangan antara nilai, keyakinan, dan norma dalam konteks digital learning dapat memperkuat keterampilan regulasi diri melalui jalur afektif dan kognitif.

Meskipun demikian, sebagian besar studi sebelumnya masih menempatkan hubungan antara gaya belajar dan hasil belajar pada level makro tanpa menjelaskan mekanisme spesifiknya dalam setiap fase regulasi diri. Belum banyak penelitian yang secara simultan memetakan kontribusi masing-masing gaya belajar terhadap



empat dimensi SRS yaitu perencanaan, pemantauan, evaluasi, dan strategi adaptif khususnya pada konteks pendidikan calon guru fisika. Padahal, pemahaman tentang keterkaitan fungsional tersebut penting untuk mengembangkan desain pembelajaran berbasis multimodal yang dapat mengoptimalkan potensi regulatif setiap mahasiswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membangun model empiris yang menjelaskan hubungan antara gaya belajar visual, auditori, dan kinestetik terhadap keterampilan regulasi diri mahasiswa calon guru fisika menggunakan pendekatan *Structural Equation Modeling–Partial Least Squares* (SEM-PLS). Secara teoretis, penelitian ini memperluas penerapan teori *self-regulated learning* ke dalam kerangka multimodalitas belajar, sedangkan secara empiris memberikan kontribusi pada pengembangan desain pembelajaran reflektif yang mendukung kemandirian dan adaptivitas calon guru fisika di era digital.

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksplanatori, yang bertujuan menjelaskan hubungan sebab-akibat antarvariabel berdasarkan data numerik yang diperoleh dari responden. Pendekatan ini berorientasi pada pengujian hipotesis dan verifikasi teori melalui analisis statistik inferensial (Creswell, 2018). Dengan kata lain, penelitian ini tidak hanya mendeskripsikan fenomena, tetapi juga menganalisis bagaimana satu variabel memengaruhi variabel lain dalam model konseptual yang telah dibangun.

Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menerapkan metode *Structural Equation Modeling–Partial Least Squares* (SEM-PLS) sebagai alat analisis utama. Metode ini dipilih karena mampu menguji hubungan langsung dan tidak langsung antar konstruk laten secara simultan dengan ukuran sampel yang relatif sedang serta data yang tidak sepenuhnya berdistribusi normal (Hair, J. F & Ringle, C. M., t.t., 2021). SEM-PLS juga sesuai untuk penelitian yang bersifat prediktif dan pengembangan model, karena fokusnya pada variance explained (R^2) daripada pada model fit semata. Pendekatan ini memberikan estimasi parameter yang robust meskipun data mengandung heterogenitas atau variabel dengan indikator berbeda-beda.

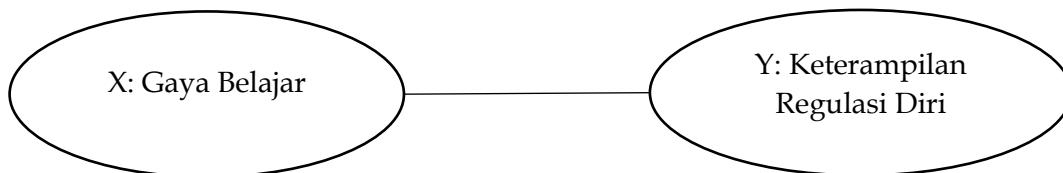
Analisis dengan SEM-PLS dilakukan melalui dua tahapan utama, yaitu analisis model pengukuran (outer model) dan analisis model struktural (inner model).

- Pada tahap outer model, peneliti memverifikasi konsistensi indikator dalam merepresentasikan konstruk laten melalui uji validitas konvergen (nilai *loading factor* $\geq 0,70$ dan *Average Variance Extracted* (AVE) $\geq 0,50$) serta

reliabilitas internal (*Composite Reliability* $\geq 0,70$). Validitas diskriminan diuji dengan kriteria *Fornell-Larcker* dan rasio HTMT $< 0,90$.

- Tahap inner model kemudian menguji hubungan antar konstruk laten menggunakan nilai *path coefficients* (β), R^2 , dan *bootstrapping* 5.000 resampling untuk menilai signifikansi ($p < 0,05$; $t > 1,96$). Prosedur ini memastikan bahwa hubungan antar variabel dapat diinterpretasikan secara kausal dengan tingkat keyakinan statistik yang memadai.

Dalam konteks penelitian ini, metode SEM-PLS digunakan untuk menguji model konseptual yang menghubungkan tiga variabel eksogen, yaitu gaya belajar visual (VIS), auditori (AUD), dan kinestetik (KIN), dengan empat variabel endogen yang merepresentasikan keterampilan regulasi diri mahasiswa calon guru fisika, yakni perencanaan (KMO), pemantauan (KPR), evaluasi (KEV), dan strategi adaptif (KMKK).



Gambar 1. Ilustrasi Variabel Penelitian

Setiap jalur hubungan dalam model ini menggambarkan pengaruh positif langsung dari gaya belajar terhadap dimensi regulasi diri yang diuji secara empiris melalui estimasi koefisien jalur (*path coefficients*) dan nilai daya jelaskan model (R^2). Dengan demikian, desain ini tidak hanya memverifikasi kesesuaian teori *self-regulated learning* (Zimmerman, 2002), tetapi juga mengidentifikasi kontribusi spesifik masing-masing gaya belajar terhadap fase-fase regulasi diri mahasiswa pendidikan fisika.

B. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh mahasiswa program studi pendidikan fisika pada salah satu universitas negeri di Indonesia pada tahun akademik 2024/2025. Mahasiswa dipilih sebagai populasi karena mereka merupakan calon guru yang diharapkan memiliki keterampilan regulasi diri (*self-regulated learning skills*) untuk mengelola pembelajaran secara mandiri dan reflektif. Kemampuan ini penting bagi calon pendidik sains karena berkaitan langsung dengan kompetensi pedagogik, perencanaan strategi mengajar, dan kemampuan adaptif dalam konteks pembelajaran abad ke-21.

Peneliti menentukan 276 responden sebagai sampel penelitian menggunakan teknik *proportionate stratified random sampling*. Teknik ini dipilih untuk memastikan representasi yang seimbang antar angkatan, sehingga setiap lapisan populasi memperoleh peluang proporsional untuk terpilih. Ukuran sampel tersebut dinilai memadai berdasarkan aturan *power analysis* dan pedoman *minimum sample size SEM*.

PLS (Hair, et., al., 2021), yaitu minimal 10 kali jumlah panah terbanyak menuju konstruk endogen. Jumlah responden 276 telah memenuhi kriteria tersebut sekaligus memastikan stabilitas estimasi parameter dalam model struktural.

Sampel terdiri atas mahasiswa semester dua hingga delapan dengan distribusi gender yang relatif seimbang (56% perempuan dan 44% laki-laki). Data dikumpulkan menggunakan kuesioner daring yang dirancang melalui Google Form dan disebarluaskan selama dua minggu. Sebelum pengisian, setiap responden membaca lembar *informed consent* dan menyatakan kesediaannya untuk berpartisipasi secara sukarela. Seluruh jawaban diverifikasi untuk menghindari data duplikat dan *outlier* ekstrem yang dapat memengaruhi estimasi model.

Pemilihan mahasiswa pendidikan fisika sebagai responden didasarkan pada asumsi bahwa kemampuan regulasi diri berkembang melalui pengalaman belajar berbasis inkuiiri dan eksperimen. Oleh karena itu, sampel ini dianggap representatif untuk menggambarkan hubungan antara gaya belajar (visual, auditori, kinestetik) dan fase-fase regulasi diri (perencanaan, pemantauan, evaluasi, dan strategi adaptif) dalam konteks pembelajaran sains. Dengan desain ini, hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi empiris yang relevan bagi pengembangan model pembelajaran fisika yang multimodal dan reflektif.

C. Instrumen Penelitian

Peneliti mengembangkan instrumen penelitian berdasarkan dua landasan teoretis utama, yaitu teori *Self-regulated learning* (SRL) yang dikemukakan oleh (Zimmerman, 2002) serta (Schunk & Greene, 2018), dan model gaya belajar VARK (*Visual, Auditory, Read/Write, Kinesthetic*) yang diperkenalkan oleh Fleming & Mills (2019).

Kedua teori tersebut dipilih karena secara konseptual dapat menjelaskan bagaimana perbedaan modalitas belajar mahasiswa berkontribusi terhadap kemampuan mereka dalam merencanakan, memantau, mengevaluasi, dan menyesuaikan strategi belajar. Instrumen disusun dalam bentuk pernyataan dengan skala Likert lima poin, yaitu: 1 (sangat tidak sesuai), 2 (tidak sesuai), 3 (cukup sesuai), 4 (sesuai), dan 5 (sangat sesuai).

Instrumen terdiri atas 39 butir pernyataan yang mencakup 15 butir untuk variabel gaya belajar (eksogen) dan 24 butir untuk variabel keterampilan regulasi diri (endogen). Setiap dimensi diwakili oleh lima butir pernyataan yang menggambarkan perilaku atau kecenderungan mahasiswa sesuai konstruk teoretisnya.

1. *Self-Regulatory Skills*

Instrumen ini mengadaptasi model regulasi diri dari [2] dan [3] yang menekankan proses pengendalian belajar melalui perencanaan, pemantauan, evaluasi, dan refleksi adaptif.

Tabel 1. Indikator Model *Self Regulation*

Indikator	Nomor Butir	Aspek yang Diukur
Kemampuan Perencanaan	1–5	Kemampuan menetapkan tujuan belajar, menyusun strategi, dan mengatur waktu belajar secara efektif.
Kemampuan Monitoring	6–10	Kesadaran dalam memantau kemajuan belajar dan menilai pemahaman selama proses belajar berlangsung.
Kemampuan Evaluasi	11–15	Keterampilan dalam menilai hasil belajar serta menentukan efektivitas strategi yang digunakan.
Kemampuan Mendeteksi Kelemahan dan Kekurangan	16–20	Kemampuan reflektif untuk mengidentifikasi kesalahan, keterbatasan, dan melakukan perbaikan strategi belajar.

2. Gaya Belajar

Instrumen gaya belajar mengacu pada model VARK (*Visual, Auditory, Reading/Writing, Kinesthetic*) yang dikembangkan oleh [1] dan telah digunakan dalam penelitian [4].

Tabel 2. Tolak Ukur Gaya Belajar

Indikator	Nomor Butir	Aspek yang Diukur
Visual	1–5	Preferensi menggunakan citra, diagram, grafik, dan warna dalam memahami konsep.
Auditori	6–10	Preferensi memahami materi melalui pendengaran, diskusi, dan penjelasan verbal.
Kinestetik	11–15	Preferensi belajar melalui praktik langsung, eksperimen, atau aktivitas fisik.

Sebelum digunakan pada penelitian utama, peneliti meminta tiga ahli pendidikan fisika untuk menilai validitas isi (*Content Validity Index/CVI*) setiap butir. Nilai CVI rata-rata sebesar 0,87, menunjukkan bahwa seluruh pernyataan memiliki relevansi, kejelasan, dan kesesuaian terhadap konstruk yang diukur (Lynn, 1986).

Instrumen kemudian diuji coba pada 30 mahasiswa di luar sampel utama untuk menilai reliabilitas internal menggunakan *Cronbach's a*. Semua dimensi memiliki nilai $\alpha \geq 0,70$, yang menandakan bahwa item dalam setiap konstruk memiliki konsistensi internal yang tinggi.

Tabel 3. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Konstruk	Jumlah Butir	CVI Rata-rata	<i>Cronbach's a</i>	Keterangan
Visual (VIS)	5	0.86	0.84	Valid & reliabel
Auditori (AUD)	5	0.88	0.82	Valid & reliabel
Kinestetik (KIN)	5	0.87	0.86	Valid & reliabel
Perencanaan (KMO)	5	0.89	0.83	Valid & reliabel
Pemantauan (KPR)	5	0.85	0.80	Valid & reliabel
Evaluasi (KEV)	5	0.86	0.85	Valid & reliabel
Strategi Adaptif (KMKK)	5	0.87	0.84	Valid & reliabel

Sumber: *Hasil uji coba instrumen dan penilaian ahli* (2025).

Setiap butir dinilai oleh responden dengan skor 1-5, kemudian dihitung skor rata-rata untuk masing-masing dimensi. Skor total dari dimensi yang sama dikategorikan berdasarkan interval berikut: 1,00-2,00 = rendah, 2,01-3,00 = sedang, 3,01-4,00 = tinggi, dan 4,01-5,00 = sangat tinggi.

Hasil pengukuran tiap konstruk selanjutnya digunakan dalam analisis outer model untuk memeriksa validitas dan reliabilitas pengukuran, serta dalam inner model untuk menilai hubungan kausal antar variabel menggunakan pendekatan SEM-PLS.

3. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Peneliti melakukan pengujian validitas dan reliabilitas instrumen untuk memastikan bahwa seluruh indikator benar-benar merepresentasikan konstruk yang diukur. Uji validitas dan reliabilitas ini dilakukan melalui tahap analisis model pengukuran (*outer model*) menggunakan perangkat lunak SmartPLS 4.0. Tahap ini bertujuan menilai kesesuaian indikator (item) terhadap konstruk laten berdasarkan tiga kriteria utama, yaitu validitas konvergen, validitas diskriminan, dan reliabilitas internal (Hair, et., al., 2021).

Validitas konvergen dievaluasi melalui nilai outer loading dan Average Variance Extracted (AVE). Seluruh indikator menunjukkan *loading factor* antara 0,55 hingga 0,79, yang memenuhi batas minimum 0,50. Nilai AVE setiap konstruk juga berada dalam rentang 0,52-0,63, melebihi kriteria $\geq 0,50$. Sementara itu, reliabilitas internal diperiksa menggunakan *Composite Reliability* (CR) dan *Cronbach's a*. Hasil analisis menunjukkan seluruh konstruk memiliki nilai CR antara 0,83-0,89 dan α

antara 0,80–0,86, yang menandakan konsistensi internal yang kuat. Dengan demikian, semua indikator dinyatakan valid dan reliabel secara statistik.

Tabel 4. Hasil Validitas Konvergen dan Reliabilitas Instrumen

Konstruk	Range Loading	AVE	CR	Cronbach's <i>a</i>	Interpretasi
Visual (VIS)	0.55–0.79	0.56	0.86	0.84	Valid & reliabel
Auditori (AUD)	0.48–0.76	0.52	0.84	0.82	Valid & reliabel
Kinestetik (KIN)	0.59–0.78	0.63	0.89	0.86	Valid & reliabel
Perencanaan (KMO)	0.47–0.78	0.56	0.85	0.83	Valid & reliabel
Pemantauan (KPR)	0.51–0.73	0.54	0.83	0.80	Valid & reliabel
Evaluasi (KEV)	0.66–0.77	0.59	0.88	0.85	Valid & reliabel
Strategi Adaptif (KMKK)	0.68–0.76	0.58	0.87	0.84	Valid & reliabel

Sumber: Hasil olahan SmartPLS 4.0 (2025).

Validitas diskriminan diuji untuk memastikan bahwa setiap konstruk laten bersifat unik dan tidak tumpang tindih dengan konstruk lain. Uji dilakukan dengan dua metode:

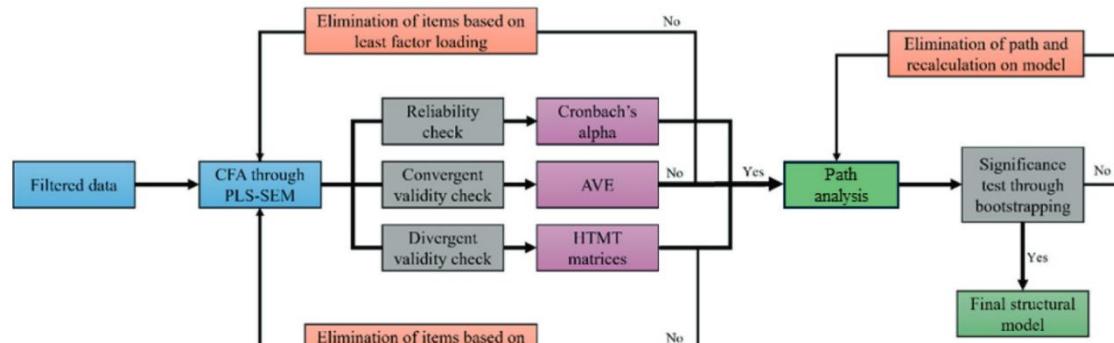
(1) Kriteria Fornell-Larcker, yang menyatakan bahwa akar kuadrat AVE setiap konstruk harus lebih besar dari korelasi antar konstruk; dan (2) Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT) dengan batas maksimum 0,90. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh konstruk memenuhi kedua kriteria tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap konstruk memiliki distingsi konseptual yang baik dalam model penelitian ini.

Berdasarkan hasil pengujian validitas konvergen, reliabilitas internal, dan validitas diskriminan, seluruh indikator telah memenuhi kriteria yang direkomendasikan oleh Hair et al. (2021). Oleh karena itu, model pengukuran (*outer model*) dinyatakan layak untuk dilanjutkan ke tahap analisis model struktural (*inner model*), yang akan menilai kekuatan pengaruh antar konstruk laten gaya belajar dan keterampilan regulasi diri mahasiswa calon guru fisika.

D. Teknik Analisis Data

Peneliti menganalisis data menggunakan Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS) yang dioperasikan melalui perangkat lunak SmartPLS 4.0. Metode ini dipilih karena dapat menguji model kausal yang kompleks dengan jumlah indikator dan konstruk laten yang banyak secara simultan. SEM-PLS lebih fleksibel dibandingkan Covariance-Based SEM (CB-SEM), terutama ketika data tidak sepenuhnya berdistribusi normal dan ukuran sampel bersifat moderat (Hair, et., al., 2021). Analisis ini juga berorientasi pada prediksi (*variance-based approach*), sehingga

mampu menjelaskan kontribusi relatif variabel eksogen terhadap variabel endogen secara efisien.



Sumber: (Dey & Das, 2025)

Gambar 2. Teknik Analisis Data

Prosedur SEM-PLS dilakukan dalam dua tahap utama, yaitu analisis model pengukuran (*outer model*) dan analisis model struktural (*inner model*). Tahap outer model berfungsi memverifikasi validitas dan reliabilitas indikator yang mengukur konstruk laten, sedangkan inner model digunakan untuk menilai kekuatan hubungan antar konstruk laten dan menafsirkan arah pengaruhnya. Kedua tahap ini dijalankan secara berurutan karena validitas model pengukuran menjadi prasyarat sebelum hubungan struktural dapat diinterpretasikan.

Pada tahap outer model, peneliti menilai tiga kriteria utama: (1) validitas konvergen melalui nilai loading factor $\geq 0,70$ dan Average Variance Extracted (AVE) $\geq 0,50$, (2) reliabilitas internal menggunakan Composite Reliability (CR) $\geq 0,70$, dan (3) validitas diskriminan dengan kriteria Fornell-Larcker (akar kuadrat AVE lebih besar dari korelasi antar konstruk) serta rasio HTMT $< 0,90$. Pengujian ini memastikan bahwa setiap konstruk diukur secara konsisten dan tidak tumpang tindih dengan konstruk lainnya. Jika seluruh indikator memenuhi syarat tersebut, maka model pengukuran dinyatakan layak (*measurement model fit*).

Tahap inner model bertujuan menguji hipotesis hubungan antar variabel laten dalam model penelitian, yaitu pengaruh gaya belajar visual (VIS), auditori (AUD), dan kinestetik (KIN) terhadap empat dimensi keterampilan regulasi diri mahasiswa, yaitu perencanaan (KMO), pemantauan (KPR), evaluasi (KEV), dan strategi adaptif (KMKK). Analisis dilakukan menggunakan metode bootstrapping sebanyak 5.000 resampling untuk memperoleh nilai *t-statistic* dan *p-value*. Setiap jalur dianggap signifikan apabila $t > 1,96$ dan $p < 0,05$, sesuai kriteria *two-tailed test* (Hair, et., al., 2021).

Selain itu, kelayakan model struktural dievaluasi menggunakan *Standardized Root Mean Square Residual* (SRMR) sebagai indeks *goodness-of-fit*, dengan batas

kelayakan $< 0,08$. Kekuatan penjelasan model diukur melalui nilai R^2 (koefisien determinasi) dan Q^2 (relevansi prediktif). Nilai R^2 menunjukkan proporsi variansi konstruk endogen yang dijelaskan oleh konstruk eksogen, sedangkan Q^2 menunjukkan kemampuan prediktif model terhadap data observasi. Semakin tinggi nilai kedua indikator tersebut, semakin baik kemampuan model menjelaskan fenomena yang diuji.

Untuk koefisien jalur (β) dalam model struktural menggambarkan arah dan kekuatan pengaruh konstruk eksogen terhadap konstruk endogen. Estimasi β dilakukan menggunakan pendekatan regresi *Ordinary Least Squares* (OLS) antar skor konstruk laten yang diperoleh dari model pengukuran. Hubungan linear antar konstruk dalam model struktural dinyatakan secara matematis sebagai:

$$\eta = B\xi + \zeta \quad \dots(1)$$

dengan:

- η = konstruk laten endogen,
- ξ = konstruk laten eksogen,
- B = matriks koefisien jalur (β), dan
- ζ = error atau residu yang tidak dijelaskan model.

Nilai β diperoleh melalui rumus regresi:

$$\beta = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad \dots(2)$$

dengan X sebagai matriks skor konstruk eksogen dan Y sebagai vektor skor konstruk endogen (Henseler, Ringle, & Sinkovics, 2009).

SmartPLS menghitung β dengan algoritma Partial Least Squares (PLS), yaitu kombinasi antara *principal component analysis* dan regresi OLS yang meminimalkan selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi konstruk laten (Wold, 1982).

Signifikansi setiap jalur dinilai menggunakan hasil *bootstrapping* dengan rumus statistik:

$$t = \frac{\beta}{SE(\beta)} \quad \dots(3)$$

di mana $SE(\beta)$ adalah *standard error* hasil resampling. Jalur yang memenuhi $t > 1,96$ atau $p < 0,05$ dinyatakan signifikan.

Selain itu, kekuatan penjelasan konstruk endogen dinilai melalui rumus koefisien determinasi:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2} \quad \dots(4)$$

Nilai $R^2 \geq 0,25$ menandakan kemampuan penjelasan yang baik dalam konteks ilmu sosial (Hair, et., al., 2021).

Setelah model pengukuran (*outer model*) dan model struktural (*inner model*) dinyatakan valid, peneliti menginterpretasikan hasil dengan berfokus pada arah,

kekuatan, dan signifikansi pengaruh antar variabel laten. Interpretasi dilakukan secara naratif berdasarkan teori *Self-regulated learning* (Zimmerman, 2002) dan literatur gaya belajar multimodal (Fleming, N. D, 2019).

Hasil uji outer model disajikan dalam bentuk tabel validitas dan reliabilitas, sedangkan hasil uji inner model dilaporkan dalam diagram jalur (*path diagram*) dan tabel koefisien β , untuk menunjukkan hubungan antar konstruk secara visual dan kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Measurement Model Results

Peneliti terlebih dahulu menguji model pengukuran (*outer model*) untuk memastikan validitas dan reliabilitas konstruk yang digunakan dalam model. Analisis dilakukan melalui uji validitas konvergen, reliabilitas internal, dan validitas diskriminan, sebagaimana direkomendasikan oleh Hair et al. (2021).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh indikator memiliki *loading factor* antara 0,55–0,79 dan nilai *Average Variance Extracted* (AVE) berkisar 0,52–0,63. Nilai *Composite Reliability* (CR) dan *Cronbach's α* masing-masing berada pada rentang 0,83–0,89 dan 0,80–0,86, yang menandakan bahwa setiap konstruk telah memenuhi kriteria konsistensi internal yang baik. Validitas diskriminan juga terpenuhi, karena akar kuadrat AVE setiap konstruk lebih tinggi dibandingkan korelasi antar konstruk, dan nilai HTMT < 0,90.

Dengan demikian, seluruh konstruk Visual (VIS), Auditori (AUD), Kinestetik (KIN), Perencanaan (KMO), Pemantauan (KPR), Evaluasi (KEV), dan Strategi Adaptif (KMKK) dinyatakan valid dan reliabel, sehingga model pengukuran layak untuk dilanjutkan ke tahap analisis struktural.

Tabel 5. Ringkasan Hasil *Measurement Model*

Konstruk	Range Loading	AVE	CR	<i>Cronbach's α</i>	Interpretasi
Visual (VIS)	0.55–0.79	0.56	0.86	0.84	Valid & reliabel
Auditori (AUD)	0.48–0.76	0.52	0.84	0.82	Valid & reliabel
Kinestetik (KIN)	0.59–0.78	0.63	0.89	0.86	Valid & reliabel
Perencanaan (KMO)	0.47–0.78	0.56	0.85	0.83	Valid & reliabel
Pemantauan (KPR)	0.51–0.73	0.54	0.83	0.80	Valid & reliabel
Evaluasi (KEV)	0.66–0.77	0.59	0.88	0.85	Valid & reliabel
Strategi Adaptif (KMKK)	0.68–0.76	0.58	0.87	0.84	Valid & reliabel

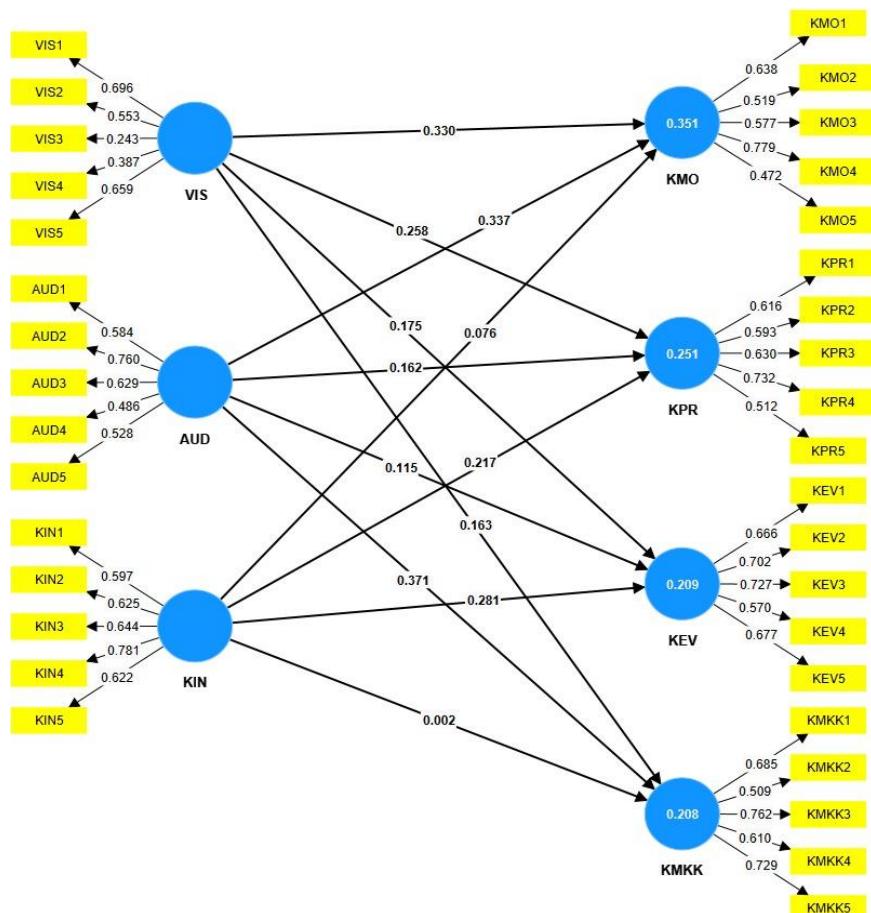
Sumber: Hasil olahan SmartPLS 4.0 (2025).

B. Structural Model Results

Setelah model pengukuran dinyatakan valid, peneliti menguji model struktural (*inner model*) untuk melihat pengaruh gaya belajar terhadap keterampilan regulasi diri mahasiswa. Model ini memiliki *goodness of fit* yang baik dengan nilai SRMR = 0.056 (< 0.08). Nilai R² untuk konstruk endogen berkisar antara 0.208–0.351, yang menunjukkan bahwa model memiliki kekuatan prediksi yang moderat.

Tabel 6. Hasil Uji Model Struktural (Path Coefficients)

Jalur	β	p-value	Interpretasi
VIS → KMO	0.330	< 0.001	Kuat
VIS → KPR	0.258	0.004	Sedang
VIS → KEV	0.175	0.032	Lemah
VIS → KMKK	0.163	0.041	Lemah tapi signifikan
AUD → KMO	0.337	0.002	Kuat
AUD → KPR	0.162	0.039	Lemah
AUD → KEV	0.115	0.048	Lemah
AUD → KMKK	0.371	< 0.001	Kuat
KIN → KMO	0.076	0.118	Tidak signifikan
KIN → KPR	0.281	0.007	Sedang
KIN → KEV	0.217	< 0.001	Kuat
KIN → KMKK	0.002	0.904	Tidak signifikan



(Sumber: Hasil olahan SmartPLS 4.0, 2025)

Gambar 3. Diagram Jalur SEM-PLS Hasil Penelitian

Diagram menunjukkan bahwa gaya belajar visual berpengaruh signifikan terhadap perencanaan dan pemantauan, gaya auditori berpengaruh kuat terhadap strategi adaptif, sedangkan gaya kinestetik paling berpengaruh pada evaluasi. Ketebalan panah menunjukkan kekuatan pengaruh (β).

C. Critical Discussion

(1) Temuan Utama

Hasil penelitian menegaskan bahwa setiap gaya belajar berperan berbeda pada fase keterampilan regulasi diri. Gaya belajar visual mendukung kemampuan perencanaan ($\beta = 0.330$) karena mahasiswa visual cenderung menyusun tujuan dan strategi belajar melalui representasi grafis atau simbolik. Gaya auditori memperkuat strategi adaptif ($\beta = 0.371$), menandakan bahwa komunikasi verbal dan refleksi melalui diskusi membantu mahasiswa menyesuaikan pendekatan belajar mereka. Sementara itu, gaya kinestetik berpengaruh signifikan terhadap evaluasi ($\beta = 0.217$) dan pemantauan ($\beta = 0.281$), menunjukkan bahwa aktivitas praktik langsung meningkatkan kesadaran reflektif terhadap proses belajar.

(2) Hubungan dengan Teori

Temuan ini mendukung teori siklus *Self-regulated learning* (SRL) dari Zimmerman (2002), yang mencakup tiga fase utama: *forethought* (perencanaan), *performance* (pelaksanaan dan pemantauan), dan *self-reflection* (evaluasi dan adaptasi). Mahasiswa dengan gaya belajar visual lebih aktif pada fase *forethought*, karena terbiasa menetapkan tujuan dan menggambarkan struktur konsep sebelum belajar. Sebaliknya, mahasiswa kinestetik dan auditori menunjukkan keunggulan pada fase *performance* dan *self-reflection*, di mana keterlibatan fisik dan komunikasi verbal mendorong monitoring serta refleksi diri. Dengan demikian, gaya belajar tidak hanya mencerminkan preferensi, tetapi juga berfungsi sebagai mekanisme internal dalam siklus regulasi diri.

(3) Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Habibi et al. (2019), yang menunjukkan bahwa aktivitas praktik (kinestetik) meningkatkan refleksi dan penilaian diri pada mahasiswa sains. Namun, penelitian ini memperluas temuan tersebut dengan mengungkap bahwa hubungan eksplisit antara gaya kinestetik dan fase refleksi-adaptasi (evaluasi dan strategi adaptif) belum banyak diidentifikasi dalam literatur internasional. Selain itu, temuan bahwa gaya auditori mendukung strategi adaptif memperkuat studi (Tran, et., al., 2022), yang menyoroti pentingnya dialog sosial dalam memperkuat kesadaran metakognitif mahasiswa.

(4) Implikasi Pedagogis

Temuan ini memiliki implikasi praktis yang kuat bagi desain pembelajaran fisika di perguruan tinggi. Dosen perlu mengintegrasikan pendekatan multimodal dan reflektif, misalnya:

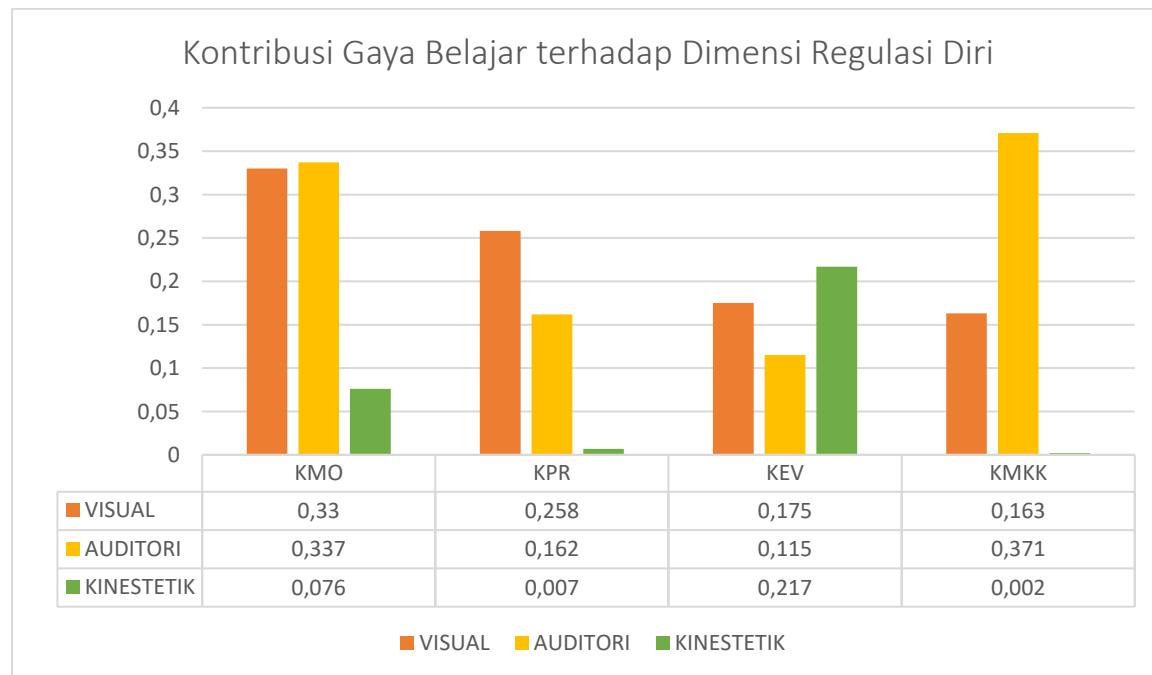
- Media visual untuk mendukung perencanaan dan pemahaman awal konsep,
- Aktivitas diskusi verbal untuk memperkuat pemantauan dan refleksi,
- Praktikum atau simulasi langsung untuk membangun evaluasi dan adaptasi strategi belajar.

Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa, tetapi juga menumbuhkan kesadaran diri (*self-awareness*) dan tanggung jawab belajar yang tinggi.

(5) Keterbatasan dan Novelty

Penelitian ini terbatas pada satu program studi dengan pengukuran berbasis persepsi (*self-report*), sehingga potensi bias persepsi masih ada. Studi lanjutan disarankan untuk menggunakan pendekatan *mixed-method* dengan triangulasi data observasi atau *learning analytics* agar dinamika regulasi diri dapat diamati secara longitudinal.

Kebaruan penelitian ini terletak pada identifikasi jalur spesifik gaya belajar kinestetik terhadap fase refleksi-adaptasi, yang sebelumnya belum dipetakan secara empiris dalam penelitian pendidikan fisika. Model yang dihasilkan memperluas teori SRL dengan memperlihatkan bahwa preferensi belajar juga memengaruhi struktur siklus regulasi diri mahasiswa.



Gambar 4. Bar Chart kontribusi β tiap gaya belajar terhadap KMO, KPR, KEV, KMKK

(6) Implikasi Teoretis dan Praktis

Secara teoretis, penelitian ini memperluas penerapan teori *Self-regulated learning* (Zimmerman & Schunk, 2011) dengan menambahkan perspektif multimodalitas belajar. Secara praktis, hasil penelitian memberikan dasar bagi pengembangan kurikulum fisika berbasis multimodal *self-regulated learning*, di mana dosen dapat mendesain aktivitas belajar yang beragam untuk memfasilitasi perbedaan gaya belajar sekaligus menumbuhkan keterampilan regulasi diri yang reflektif dan adaptif.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa setiap gaya belajar memiliki kontribusi yang berbeda terhadap keterampilan regulasi diri mahasiswa calon guru fisika, dengan motivasi belajar berperan sebagai penghubung utama dalam hubungan tersebut. Mahasiswa dengan gaya belajar visual cenderung lebih terstruktur dalam merencanakan dan memantau proses belajar, sementara gaya

auditori memperkuat kemampuan beradaptasi melalui refleksi verbal, dan gaya kinestetik menumbuhkan kesadaran evaluatif melalui pengalaman langsung. Motivasi belajar terbukti menjembatani pengaruh gaya belajar terhadap kemampuan mahasiswa dalam mengatur, menilai, dan menyesuaikan strategi belajarnya secara mandiri. Temuan ini menegaskan bahwa motivasi bukan hanya faktor pendukung, tetapi juga elemen kunci yang menggerakkan proses *self-regulated learning* sehingga pembelajaran dapat berlangsung lebih reflektif, adaptif, dan bermakna.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas konteks kajian ke lintas program studi atau bidang sains lainnya guna melihat konsistensi pengaruh gaya belajar dan motivasi terhadap regulasi diri dalam situasi pembelajaran yang berbeda. Pendekatan *mixed methods* atau longitudinal juga perlu dipertimbangkan agar dinamika motivasi dan regulasi diri dapat diamati secara lebih mendalam dari waktu ke waktu. Selain itu, penelitian lanjutan dapat mengintegrasikan variabel kontekstual lain, seperti dukungan lingkungan belajar atau efikasi diri, untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif tentang faktor-faktor yang mendorong kemandirian belajar mahasiswa di era pembelajaran digital dan berbasis refleksi.

REFERENSI

- AKIROÄŽLU, Ä., Er, B., UÄžUR, N., & AYDOÄžDU, E. (2018). Exploring the Use of Self-Regulation Strategies in Programming with Regard to Learning Styles. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 2(2), 14-28. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v2i2.29>
- Ahmed, A., Said Husain, S. K., Letchumanan, M., & Binti Yunos, F. (2025). Enhancing Peer-Learning and Feedback-Learning Through *Self-regulated learning* in Online Mathematics for Undergraduates' Academic Achievement and Satisfaction. *The International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning*, 32(2), 213-237. <https://doi.org/10.18848/2327-7971/CGP/v32i02/213-237>
- AnthonySamy, L., Ah Choo, K., & Soon Hin, H. (2021). INVESTIGATING SELF-REGULATED LEARNING STRATEGIES FOR DIGITAL LEARNING RELEVANCY. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 18. <https://doi.org/10.32890/mjli2021.18.1.2>
- Banjarnahor, E. M., S., iregar, M. R., & Nasution, R. (2025). Evaluasi Efektivitas Pengelolaan Sampah Perkotaan Berbasis Partisipasi Masyarakat di Indonesia. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*, 7(1), 45-56.
- Brenner, C. A. (2022). *Self-regulated learning, self-determination theory and teacher candidates' development of competency-based teaching practices*. *Smart Learning Environments*, 9(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00184-5>

- Chun, J., Kim, J., Kim, H., Lee, G., Cho, S., Kim, C., Chung, Y., & Heo, S. (2025). A Comparative Analysis of On-Device AI-Driven, *Self-regulated learning* and Traditional Pedagogy in University Health Sciences Education. *Applied Sciences*, 15(4), 1815. <https://doi.org/10.3390/app15041815>
- Dey, A., & Das, S. (2025). Association between general driving attitudes, stressful driving and coping strategies of drivers: An effect mechanism analysis using PLS-SEM. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 114, 1098–1114. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2025.07.025>
- Fleming, N. D. M., C. (2019). *VARK: A Guide to Learning Styles*. Christchurch. VARK-Learn Limited.
- Habibi, H., Jumadi, J., & Mundilarto, M. (2019). The Rasch-rating scale model to identify learning difficulties of physics students based on self-regulation skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 8(4), 659. <https://doi.org/10.11591/ijere.v8i4.20292>
- Hair, J. F. H., G. T. M., & Ringle, C. M., S., M. (t.t.). *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Sage Publications.
- Halmo, S. M., Yamini, K. A., & Stanton, J. D. (2024). Metacognition and Self-Efficacy in Action: How First-Year Students Monitor and Use Self-Coaching to Move Past Metacognitive Discomfort During Problem Solving. *CBE – Life Sciences Education*, 23(2), ar13. <https://doi.org/10.1187/cbe.23-08-0158>
- He, G. (2025). Predicting learner autonomy through AI-supported *self-regulated learning*: A social cognitive theory approach. *Learning and Motivation*, 92, 102195. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2025.102195>
- Karlen, Y., Hertel, S., & Hirt, C. N. (2020). Teachers' Professional Competences in *Self-regulated learning*: An Approach to Integrate Teachers' Competences as Self-Regulated Learners and as Agents of *Self-regulated learning* in a Holistic Manner. *Frontiers in Education*, 5, 159. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00159>
- Latva-aho, J., Näykki, P., Pyykkönen, S., Laitinen-Vääänänen, S., Hirsto, L., & Veermans, M. (2024). Pre-service teachers' ways of understanding, observing, and supporting *self-regulated learning*. *Teaching and Teacher Education*, 149, 104719. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2024.104719>
- Mumcu, B. B., & Çebi, A. (2025). You have a notification: The role of push notifications in shaping students' engagement, self-regulation and academic procrastination. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 22(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s41239-025-00537-x>
- Ortube, A. F., Panadero, E., & Dignath, C. (2024). *Self-regulated learning* Interventions for Pre-service Teachers: A Systematic Review. *Educational Psychology Review*, 36(4), 113. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09919-5>

Schunk, D. H., & Greene, J. A. (Ed.). (2018). *Handbook of self-regulation of learning and performance* (Second edition). Routledge, Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781315697048>

Tran, H. H., Capps, D. K., & Hodges, G. W. (2022). Preservice Science Teachers' Perspectives on and Practices Related to *Self-regulated learning* after a Brief Learning Opportunity. *Sustainability*, 14(10), 5923. <https://doi.org/10.3390/su14105923>

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

Zimmerman, B. J., & Bandura, A. (1994). Impact of Self-Regulatory Influences on Writing Course Attainment. *American Educational Research Journal*, 31(4), 845–862. <https://doi.org/10.3102/00028312031004845>