

## Pengaruh *E-learning* Berbasis *Moodle* Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Sistem Komputer Kelas X SMK

Rina Asmi<sup>\*1</sup>, Afif Rahman Riyanda<sup>2</sup>, Nurain Suryadinata<sup>3</sup>, Pramudiyanti<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung, Indonesia

Email: <sup>1</sup>[2213025015@students.unila.ac.id](mailto:2213025015@students.unila.ac.id), <sup>2</sup>[afif.rahman@fkip.unila.ac.id](mailto:afif.rahman@fkip.unila.ac.id),  
<sup>3</sup>[nurain.suryadinata@fkip.unila.ac.id](mailto:nurain.suryadinata@fkip.unila.ac.id), <sup>4</sup>[pramudiyanti@fkip.unila.ac.id](mailto:pramudiyanti@fkip.unila.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya hasil belajar siswa serta kurang optimalnya pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran pada materi Sistem Komputer di SMK. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *e-learning* berbasis *Moodle* terhadap hasil belajar siswa pada materi Sistem Komputer kelas X di SMK Negeri 8 Bandar Lampung. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi experimental* dan desain *Non-equivalent Control Group Design*. Populasi penelitian berjumlah 62 siswa dengan teknik sampling jenuh. Instrumen penelitian berupa tes pilihan ganda yang telah diuji validitas, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran. Tahapan penelitian meliputi *Pretest*, pemberian perlakuan menggunakan *e-learning* berbasis *Moodle* dengan model *blended learning* pada kelas eksperimen, serta *Posttest* pada kedua kelas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai *Posttest* kelas eksperimen sebesar 83,87 lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 77,74. Peningkatan hasil belajar berdasarkan *N-Gain* pada kelas eksperimen sebesar 0,66 (kategori sedang), lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 0,51 (kategori sedang). Hasil uji *Independent Sample T-Test* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,005 ( $p < 0,05$ ), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelas. Hasil ini menunjukkan bahwa *e-learning* berbasis *Moodle* mampu meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan *e-learning* berbasis *Moodle* melalui model *blended learning* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa pada materi Sistem Komputer kelas X SMK. *E-learning* berbasis *Moodle* dapat digunakan sebagai alternatif pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa.

**Kata kunci:** *blended learning, e-learning, hasil belajar, Moodle, sistem komputer*

## *The Effect Of Moodle-Based E-learning On Students' Learning Outcomes In Computer Systems For Grade X Vocational High School Students*

### Abstract

*This study is motivated by the low level of student learning outcomes and the suboptimal use of technology in learning, particularly in the Computer Systems subject at vocational high schools. This study aims to determine the effect of Moodle-based e-learning on students' learning outcomes in the Computer Systems subject for grade X students at SMK Negeri 8 Bandar Lampung. This study employed a quantitative approach using a quasi-experimental method with a Non-equivalent Control Group Design. The population consisted of 62 students using a saturated sampling technique. The research instrument was a multiple-choice test that had been validated in terms of validity, reliability, discrimination index, and difficulty level. The research procedures included a Pretest, treatment using Moodle-based e-learning with a blended learning model in the experimental class, and a Posttest in both classes. The results showed that the average Posttest score of the experimental class (83.87) was higher than that of the control class (77.74). The N-Gain score of the experimental class was 0.66 (moderate category), which was higher than the control class at 0.51 (moderate category). The Independent Sample T-Test result showed a significance value of 0.005 ( $p < 0.05$ ), indicating a significant difference between the two classes. These findings indicate that Moodle-based e-learning can improve student engagement and understanding. Therefore, it can be concluded that the use of Moodle-based e-learning through a blended learning model has a significant effect on improving students' learning outcomes. Moodle-based e-learning can be used as an effective alternative learning approach to enhance student learning outcomes.*

**Keywords:** *blended learning, computer systems, e-learning, learning outcomes, Moodle*

## 1. PENDAHULUAN

Pembelajaran merupakan proses inti dalam pendidikan yang dirancang untuk membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran melalui pengalaman belajar yang bermakna. Dalam pelaksanaannya, pembelajaran yang efektif menempatkan siswa sebagai pusat aktivitas belajar dengan dukungan strategi, media, dan lingkungan belajar yang kondusif sehingga mampu meningkatkan keterlibatan siswa secara aktif [1], [2]. Keberhasilan proses pembelajaran tersebut tercermin dalam hasil belajar siswa yang mencakup ranah kognitif, afektif, dan psikomotor sebagai indikator pencapaian kompetensi secara menyeluruh [3].

Namun, implementasi pembelajaran di sekolah masih menghadapi berbagai kendala, khususnya pada mata pelajaran Informatika materi sistem komputer. Keterbatasan sarana prasarana dan dominasi metode pembelajaran konvensional tidak hanya mengurangi fleksibilitas belajar, tetapi juga berdampak langsung pada rendahnya hasil belajar siswa. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran yang masih berpusat pada guru (*teacher-centered learning*) cenderung membuat siswa pasif dan kurang mampu membangun pemahaman konsep secara mandiri [4], [5]. Kondisi ini menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi yang bersifat konseptual seperti sistem komputer, terutama ketika tidak didukung media pembelajaran yang interaktif.

Perkembangan teknologi informasi memberikan peluang untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih fleksibel melalui penerapan *e-learning* [6]. *E-learning* memungkinkan proses pembelajaran berlangsung tanpa batasan ruang dan waktu serta memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengakses dan mengulang materi sesuai kebutuhan [7]. Selain itu, *e-learning* juga mampu meningkatkan interaksi pembelajaran dan mendukung pendekatan *student-centered learning* [8]. Salah satu *platform* yang banyak digunakan adalah *Moodle* sebagai *Learning Management System* (LMS) yang menyediakan fitur pembelajaran seperti materi, forum diskusi, penugasan, dan evaluasi pembelajaran secara daring [9]. Penggunaan *Moodle* terbukti mampu meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa serta relatif mudah digunakan oleh guru maupun siswa [10], [11].

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan efektivitas penggunaan *e-learning* berbasis *Moodle* dalam meningkatkan hasil belajar. Penelitian oleh [12], menunjukkan bahwa *Moodle* dapat meningkatkan interaksi dan kemandirian belajar siswa. Penelitian lain oleh [13] menyatakan bahwa *Moodle* merupakan LMS yang efektif dalam mendukung pembelajaran berbasis teknologi. Selain itu, hasil studi [5] menegaskan bahwa pembelajaran daring dapat meningkatkan partisipasi aktif siswa dibandingkan pembelajaran tradisional.

Dalam implementasinya, *e-learning* dapat dikombinasikan dengan model *blended learning*, yaitu perpaduan antara pembelajaran tatap muka dan pembelajaran daring. Model ini memberikan fleksibilitas belajar tanpa menghilangkan peran guru sebagai pembimbing, serta mampu meningkatkan partisipasi dan hasil belajar siswa [14]. Penelitian oleh [15] menunjukkan bahwa *blended learning* memiliki potensi besar dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran karena menggabungkan kelebihan pembelajaran konvensional dan digital. Meskipun berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas *e-learning* dan *blended learning*, kajian yang secara spesifik meneliti penggunaan *e-learning* berbasis *Moodle* pada jenjang SMK, khususnya pada materi sistem komputer kelas X, masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki posisi sebagai upaya untuk mengisi kesenjangan penelitian (*research gap*) tersebut, terutama dalam konteks pendidikan kejuruan di Indonesia.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penggunaan *e-learning* berbasis *Moodle* dalam model *blended learning* terhadap hasil belajar siswa. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan membandingkan hasil belajar siswa yang mengikuti pembelajaran berbasis *Moodle* dengan siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional. Fokus pengukuran diarahkan pada hasil belajar ranah kognitif siswa. Hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi dalam pengembangan pembelajaran berbasis teknologi, tetapi juga memperkuat bukti empiris terkait efektivitas *Moodle* pada pendidikan kejuruan serta menjadi alternatif solusi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di SMK.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu (*quasi experimental*). Desain penelitian yang digunakan adalah *Non-equivalent Control Group Design*, yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kedua kelompok diberikan *Pretest* untuk mengetahui kemampuan awal, kemudian kelas eksperimen diberi perlakuan berupa pembelajaran menggunakan *e-learning* berbasis *Moodle* dengan model *blended learning*, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional. Setelah pembelajaran selesai, kedua kelompok diberikan *Posttest* untuk mengukur hasil belajar siswa.

Penelitian dilaksanakan di SMK Negeri 8 Bandar Lampung pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X jurusan Teknik Kimia Industri yang berjumlah 62 siswa dan terbagi ke dalam dua kelas. Teknik pengambilan sampel menggunakan sampling jenuh, sehingga seluruh populasi dijadikan sampel penelitian. Penentuan kelas eksperimen dan kontrol didasarkan pada hasil *Pretest*, di mana kelas dengan rata-rata lebih rendah ditetapkan sebagai kelas eksperimen.

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah penggunaan *e-learning* berbasis Moodle dalam model *blended learning*, sedangkan variabel terikat adalah hasil belajar siswa pada materi sistem komputer yang difokuskan pada ranah kognitif

Instrumen penelitian berupa tes hasil belajar berbentuk pilihan ganda sebanyak 50 butir soal yang disusun berdasarkan indikator materi sistem komputer dengan level kognitif C1, C2, dan C3. Instrumen diberikan dalam bentuk *Pretest* dan *Posttest* untuk mengukur kemampuan awal dan hasil belajar akhir siswa. Sebelum digunakan, instrumen diuji kelayakannya melalui uji validitas, reliabilitas, daya beda, dan indeks kesukaran.

Uji validitas dilakukan menggunakan korelasi *Product Moment Pearson*, sedangkan reliabilitas dihitung menggunakan *Cronbach's Alpha*. Selain itu, analisis butir soal dilakukan melalui perhitungan indeks kesukaran dan daya beda untuk memastikan bahwa instrumen mampu mengukur kemampuan siswa secara akurat.

Pengumpulan data dilakukan melalui tes hasil belajar, yaitu *Pretest* dan *Posttest*. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik inferensial. Sebelum pengujian hipotesis, dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* dan uji homogenitas menggunakan uji *Levene* untuk memastikan bahwa data memenuhi asumsi parametrik. Peningkatan hasil belajar dianalisis menggunakan *Normalized Gain (N-Gain)* dengan rumus:

$$\langle g \rangle = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}} \quad (1)$$

Selanjutnya, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji t dua sampel independen (*Independent Sample T-Test*) untuk mengetahui perbedaan rata-rata hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kriteria pengujian adalah jika nilai signifikansi (Sig.) ≤ 0,05 maka terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok.

Metode yang diusulkan dalam penelitian ini mengintegrasikan penggunaan *e-learning* berbasis Moodle dalam model *blended learning* untuk meningkatkan fleksibilitas dan interaktivitas pembelajaran. Pendekatan ini diharapkan mampu mengatasi keterbatasan pembelajaran konvensional serta meningkatkan hasil belajar siswa secara optimal.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

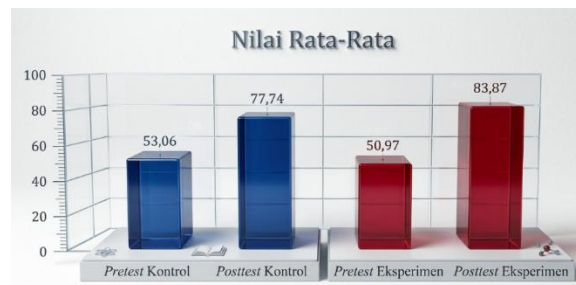
#### 3.1. Hasil

Penelitian dilakukan melalui tiga tahap, yaitu *Pretest*, pelaksanaan pembelajaran, dan *Posttest*. Kelas eksperimen menggunakan *e-learning* berbasis Moodle dengan model *blended learning*, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional [1]. Hasil deskriptif menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar pada kedua kelas, namun peningkatan pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Tabel 1. Data Kuantitatif Hasil Belajar Siswa

Instrumen	Parameter Statik	Kelas			
		Kontrol		Eksperimen	
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Tes	Jumlah Sampel (N)	31	31	31	31
	Nilai Terendah	30	60	30	65
	Nilai Tertinggi	75	90	65	100
	Nilai Maksimal	100	100	100	100
	Rata-rata Nilai	53,06	77,74	50,97	83,87

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa nilai rata-rata *Posttest* kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, yang menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar yang lebih signifikan pada kelas eksperimen [1]. Selain itu, untuk memperjelas perbandingan peningkatan hasil belajar, disajikan dalam bentuk grafik berikut.



Gambar 1. Perbandingan Nilai Rata-rata

Instrumen penelitian telah memenuhi kriteria kelayakan. Hasil uji validitas menunjukkan bahwa 32 butir soal dinyatakan valid, sedangkan uji reliabilitas memperoleh nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,918 yang termasuk kategori sangat tinggi [1]. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang baik dan layak digunakan dalam penelitian.

Selanjutnya, uji prasyarat analisis menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan homogen ( $Sig. > 0,05$ ), sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan uji statistik parametrik [1]. Peningkatan hasil belajar dianalisis menggunakan *N-Gain* sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil *N-Gain*

Kelas	Mean Pretest	Mean Posttes	<i>N-Gain</i> Score	Interpretasi
Eksperimen	50,97	83,87	0,66	Sedang
Kontrol	53,06	77,77	0,51	Sedang

Berdasarkan Tabel 2, nilai *N-Gain* pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, yang menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar lebih optimal pada kelas eksperimen [1]. Pengujian hipotesis menggunakan Independent Sample T-Test menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,005 ( $p < 0,05$ ), sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelas.

Tabel 3. Hasil Uji T

Variabel	Levene Sig	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
Nilai	0,818	-2,945	60	0,005	-6,129

Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan *e-learning* berbasis *Moodle* memberikan pengaruh signifikan terhadap hasil belajar siswa [1].

### 3.2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *e-learning* berbasis *Moodle* melalui model *blended learning* memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar siswa. Peningkatan hasil belajar yang lebih tinggi pada kelas eksperimen disebabkan oleh fleksibilitas pembelajaran yang memungkinkan siswa mengakses materi kapan saja serta mengulang materi sesuai kebutuhan [2], [3].

Penggunaan *Moodle* juga mendukung pembelajaran yang berpusat pada siswa melalui fitur interaktif seperti forum diskusi, kuis online, dan materi digital. Hal ini meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran dan membantu memperdalam pemahaman konsep [4].

Sebaliknya, pada kelas kontrol pembelajaran berlangsung secara konvensional sehingga siswa memiliki keterbatasan dalam mengakses materi di luar jam pelajaran. Hal ini menyebabkan proses penguatan pemahaman kurang optimal dibandingkan kelas eksperimen [1].

Hasil analisis *N-Gain* menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Selain itu, hasil uji t yang signifikan ( $p < 0,05$ ) menunjukkan bahwa perbedaan tersebut bukan terjadi secara kebetulan, melainkan akibat dari perlakuan yang diberikan [1].

Jika ditinjau berdasarkan indikator kognitif, capaian tertinggi terdapat pada kemampuan mengingat (C1), diikuti oleh kemampuan menerapkan (C3) dan memahami (C2). Hal ini menunjukkan bahwa *e-learning* efektif dalam membantu siswa mengingat materi melalui penyajian konten digital yang dapat diakses berulang, namun kemampuan berpikir tingkat tinggi masih memerlukan latihan lebih lanjut [5].

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa *e-learning* berbasis Moodle mampu meningkatkan hasil belajar, motivasi, dan kemandirian siswa [2], [3]. Dengan demikian, integrasi *e-learning* dalam pembelajaran dapat menjadi solusi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di SMK.

Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan pada durasi penelitian yang relatif singkat serta jumlah sampel yang terbatas. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk dilakukan dalam jangka waktu yang lebih panjang dengan cakupan sampel yang lebih luas agar hasil penelitian lebih komprehensif [1].

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penerapan *e-learning* berbasis Moodle melalui model *blended learning* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar siswa pada materi sistem komputer kelas X SMK. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata *Posttest* dan nilai *N-Gain* pada kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, serta hasil uji hipotesis yang menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua kelompok. Penggunaan Moodle memberikan fleksibilitas dalam proses pembelajaran, memungkinkan siswa mengakses materi secara mandiri, serta meningkatkan keterlibatan melalui fitur interaktif seperti diskusi dan kuis online. Kondisi tersebut berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman siswa, khususnya pada kemampuan kognitif. Dengan demikian, *e-learning* berbasis Moodle dapat menjadi alternatif solusi yang efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di SMK, meskipun penerapannya tetap perlu didukung oleh perencanaan pembelajaran yang matang serta pengelolaan waktu yang optimal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. W. Subagia, "Roles Model Of Teachers In Facilitating Students Learning Viewed From Constructivist Theories Of Learning," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1503, no. 1, p. 012051, Jul. 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1503/1/012051.
- [2] A. Wulandari, D. E. Wibowo, and M. Arifin, "Pergeseran Pembelajaran Berbasis Student Centered Learning," *PEGAS (Jurnal Pendidik. Guru Sekol. Dasar)*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, Sep. 2022, doi: 10.56721/pegas.v1i1.78.
- [3] L. W. Anderson and D. R. Krathwohl, *A Taxonomy For Learning, Teaching, And Assessing: A Revision Of Bloom's Taxonomy Of Educational Objectives*. New York: Longman, 2001.
- [4] Z. Zainuddin and C. M. Keumala, "Blended Learning Method Within Indonesian Higher Education Institutions," vol. 6, no. 2, pp. 69–77, 2018.
- [5] S. Hrastinski, "What Do We Mean by Blended Learning?," *TechTrends*, vol. 63, no. 5, pp. 564–569, 2019, doi: 10.1007/s11528-019-00375-5.
- [6] Y. Budyastuti and E. Fauziati, "Penerapan Teori Konstruktivisme pada Pembelajaran Daring Interaktif," *J. Papeda J. Publ. Pendidik. Dasar*, vol. 3, no. 2, pp. 112–119, 2021, doi: 10.36232/jurnalpendidikdasar.v3i2.1126.
- [7] C. Yulyanty and T. A. Napitupulu, "Evaluation of Student Satisfaction in Using the Learning Management System for Online Learning at XYZ University," *Turkish J. Comput. Math. Educ.*, vol. 12, no. 6, pp. 2810–2816, Apr. 2021, doi: 10.17762/turcomat.v12i6.5788.
- [8] S. H. P. W. Gamage, J. R. Ayres, and M. B. Behrend, "A Systematic Review On Trends In Using Moodle For Teaching And Learning," *Int. J. STEM Educ.*, vol. 9, no. 1, 2022, doi: 10.1186/s40594-021-00323-x.
- [9] A. Suad, O. Tapalova, A. Berestova, and S. Vlasova, "The Impact of Moodle Learning Analytics on Students' Performance and Motivation," *Int. J. Instr.*, vol. 16, no. 4, pp. 297–312, 2023, doi: 10.29333/iji.2023.16418a.
- [10] S. Simelane-Mnisi, "Effectiveness of LMS Digital Tools Used by the Academics to Foster Students' Engagement," *Educ. Sci.*, vol. 13, no. 10, 2023, doi: 10.3390/educsci13100980.
- [11] D. Sitanggang, D. A., Adhi, B. P., & Nurhidayat, "Efektivitas E-Learning Berbasis Moodle Di SMK Karya Guna Kelas XI TKJ II Materi Ajar Praktik Jaringan Komputer," *PINTER J. Pendidik. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–6, 2020, doi: 10.21009/pinter.4.1.1.
- [12] C. Costa, H. Alvelos, and L. Teixeira, "The use of Moodle e-learning platform : a study in a Portuguese," vol. 5, pp. 334–343, 2012, doi: 10.1016/j.protcy.2012.09.037.
- [13] S. Siswanto, Z. Zhi-Hong, and M. Bilanová, "The effect of applying the blended learning model with the Moodle application on student cognitive improvement," *J. Inov. Teknol. Pendidik.*, vol. 10, no. 2, pp. 133–139, 2023, doi: 10.21831/jitp.v10i2.55506.

- [14] H. S. Batubara, A. R. Riyanda, Rahmawati, Ambiyar, and A. D. Samala, "Implementasi Model Pembelajaran Blended Learning di Masa Pandemi Covid-19: Meta-Analisis," *J. Basicedu*, vol. 6, no. 3, pp. 4629–4637, 2022, doi: 10.31004/basicedu.v6i3.2816.
- [15] C. P. Lim, T. Wang, and C. Graham, "Driving, sustaining and scaling up blended learning practices in higher education institutions: a proposed framework," *Innov. Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2019, doi: 10.1186/s42862-019-0002-0.