

# Meta-Analisis Efektifitas Penggunaan *E-Learning* dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika

Senia Damayanti<sup>1</sup>, Zunita Dwi Anggraini<sup>2</sup>, and Bayu Setiaji<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Negeri Yogyakarta; [seniadamayanti.2023@student.uny.ac.id](mailto:seniadamayanti.2023@student.uny.ac.id), [zunitadwi.2023@student.uny.ac.id](mailto:zunitadwi.2023@student.uny.ac.id), [bayu.setiaji@uny.ac.id](mailto:bayu.setiaji@uny.ac.id)

**Abstrak:** Terlihat bahwa perkembangan teknologi informasi dan komunikasi saat ini telah merambah ke berbagai sektor, salah satunya pada bidang pendidikan khususnya dalam praktik pembelajaran. Penerapan teknologi dalam proses pembelajaran khususnya pembelajaran fisika dengan menggunakan *e-learning* diharapkan dapat membantu pemahaman pada siswa untuk memahami materi pada fisika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan media *e-learning* untuk memahami konsep fisika. Dalam mencapai tujuan dalam penelitian ini kami melakukan penelitian menggunakan meta-analisis dengan mereview 18 artikel dari dua basis data yaitu Scopus dan Eric dengan menyaring kedua jurnal tersebut menggunakan kata kunci *e-learning*, fisika, dan eksperimen. Dalam penelitian ini variabel yang digunakan dalam menganalisis artikel berdasarkan tipe *e-learning* dan materi yang digunakan dalam menganalisis efektivitas *e-learning*. Hasil penelitian ini menunjukkan *summary effect* sebesar 56%. Pada hasil penelitian juga terlihat bahwa model atau tipe *e-learning* yang paling efektif adalah tipe *e-modul*, video, animasi dan 3d model dengan *summary effect* sebesar 65% dan untuk materi yang dianalisis pada penelitian ini yang paling efektif digunakan adalah materi pemanasan global, sumber energi dan atom dengan efek ringkasan yang besar sebesar 28%.

**Kata Kunci:** Teknologi, Efektivitas, E-learning

DOI:

<https://doi.org/10.47134/physics.v1i1.145>

\*Correspondensi: Bayu Setiaji

Email: [bayu.setiaji@uny.ac.id](mailto:bayu.setiaji@uny.ac.id)

Received: 04-10-2023

Accepted: 12-11-2023

Published: 26-12-2023



**Copyright:** © 2024 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** It is seen that the development of information and communication technology has now penetrated into various sectors, one of which is in the field of education, especially in learning practices. The application of technology in the learning process, especially physics learning using *e-learning*, is expected to help students understand the material in physics. This study aims to determine the effectiveness of using *e-learning* media to understand physics concepts. In achieving the objectives in this study we conducted research using meta-analysis by reviewing 18 articles from two journals namely Scopus and Eric by filtering the two journals using the keywords *e-learning*, physics, and experiment. In this study the variables used in analyzing articles based on the type or model of *e-learning* and the material used in analyzing the effectiveness of *e-learning*. The results of this study show the overall effectiveness of the *summary effect* of 56%. The results also show that the most effective *e-learning* model or type is E-LMS and Blanded learning with a *summary effect* of 71% and for the material analyzed in this study the most effective material used is Mechanics with a large *summary effect* of 47%.

**Keywords:** Technology, Effectiveness, E-learning

## Pendahuluan

Pendidikan merupakan suatu hal yang sangat penting bagi setiap suatu negara agar mendukung negara untuk dapat berkembang. Akan tetapi, dalam perkembangan Pendidikan di Indonesia akan selalu adanya masalah pada setiap tahapnya. Pendidikan di Indonesia pada saat ini memiliki masalah dalam ketersediaan infrastruktur dan kualitas dari pengajar yang kurang memadai [1]. Keadaan tersebut semakin buruk hingga mengakibatkan *Learning Loss* ketika kegiatan pembelajaran terpaksa dihentikan akibat

pandemi Covid-19 [2]. Di sisi lain keadaan ini menjadikan sistem Pendidikan di Indonesia bertransformasi menjadi pembelajaran berbasis digital [3]. Perubahan ini memberikan keleluasaan akses oleh siswa untuk belajar kapanpun dan di manapun [4]. Kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan dari rumah secara daring (dalam jaringan) melibatkan berbagai jenis *e-learning* dari berbagai *platform* [5].

Dengan penggunaan metode pembelajaran *E-learning* yang diharapkan dapat memfasilitasi dalam penyampaian materi atau modul pembelajaran yang dapat diakses dimana saja. *E-learning* merupakan proses pembelajaran yang menggunakan teknologi internet untuk memfasilitasi, menyampaikan, dan memungkinkan berjalannya proses pembelajaran jarak jauh [6]. Konsep pembelajaran ini sebenarnya bukan hal yang baru, *e-learning* telah dimulai sejak tahun 1970-an [7]. Berbagai istilah lain yang digunakan diantaranya adalah: *online learning*, *internet-enabled learning*, *virtual learning*, *webbased distance education*, *e-learning*, *webbased teaching and learning* [8]. E-learning dapat membantu siswa belajar secara mandiri. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan website dapat membuat pendidikan lebih berpusat pada siswa [9]. Selain itu, diketahui bahwa *e-learning* dapat meningkatkan kemampuan untuk berpikir kreatif [10].

Berbagai macam atau tipe pembelajaran E-learning dapat digunakan dalam peningkatan pemahaman dalam pembelajaran fisika. Tipe *e-learning* bervariasi berdasarkan karakteristik materi yang akan dipelajari. Beberapa jenis *e-learning* yang digunakan dalam pembelajaran adalah laboratorium virtual, model 3 dimensi, *blended learning*, *comunucation platform*, video, animasi dan e-modul. Laboratorium virtual adalah salah satu jenis *e-learning* yang paling umum digunakan dalam pembelajaran fisika dan terbukti dapat meningkatkan kemampuan metakognitif siswa [11]. Penggunaan laboratorium virtual dalam pengajaran memberikan fleksibilitas dalam gaya belajar [12]. Siswa yang melakukan praktikum dengan demonstrasi di laboratorium virtual memiliki kemampuan berpikir yang lebih baik dan terbantu dalam penelitian tentang fisika dasar [13].

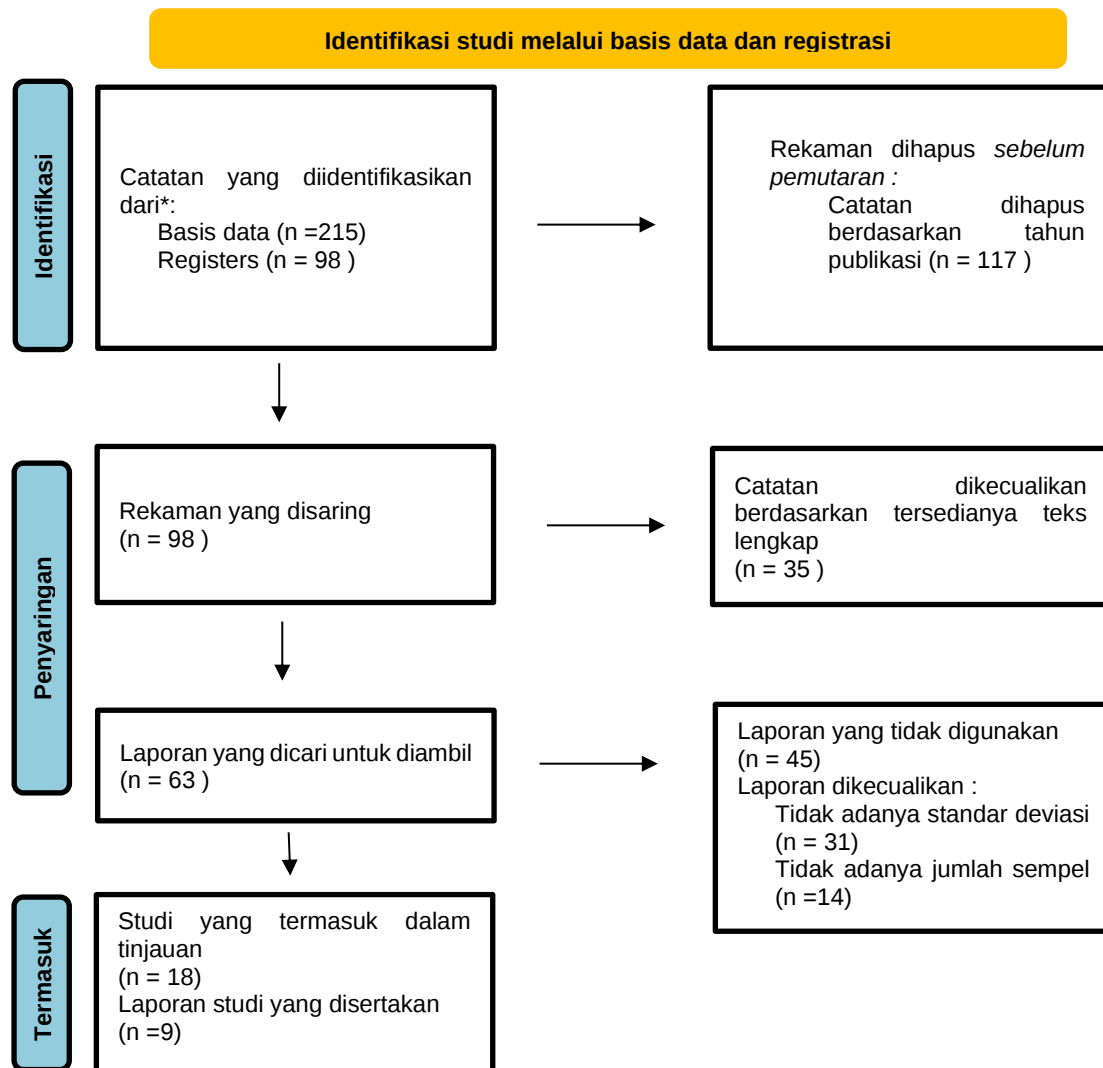
Pembelajaran daring merupakan pembelajaran yang dilakukan tanpa adanya tatap muka secara langsung antara guru dan murid. Pembelajaran secara daring (dalam jaringan) sering kali dipadukan dengan pembelajaran luring (luar jaringan) atau biasa disebut dengan *blended learning* [14]. *Blended learning* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa [15]. Karakteristik *blended learning* yaitu proses pembelajaran secara tatap muka dengan menggunakan teknologi sebagai kekuatan dan pendukung dalam kegiatan belajar, dalam pembelajaran tatap muka dengan diiringi oleh penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran, dimana dalam proses pembelajaran ini dilaksanakan tanpa batas ruang dan waktu [16].

Pada kenyataannya penggunaan *e-learning* masih mempunyai berbagai kendala dalam penerapannya. Efektifitas dari penggunaan *e-learning* dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kemampuan dalam beradaptasi dan adopsi yang baik [17]. Berkaitan dengan efektifitas *e-learning*, faktor lain yang penting adalah kesiapan siswa dan guru dalam memanfaatkan fitur-fitur dari *e-learning* itu sendiri [18].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui atau menganalisis seberapa besar efektivitas penggunaan media *e-learning* dalam penerapan pemahaman konsep fisika bagi siswa dengan menggunakan metode meta analisis yang dilakukan oleh peneliti.

## Metode

Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis. Penelusuran artikel dilakukan menggunakan basis data scopus dan eric. Penelusuran artikel ini dilakukan dengan menggunakan kata kunci e-learning, fisika, dan eksperimen. Dari hasil penelusuran didapatkan 215 artikel pada kedua basis data. Hasil dari penelusuran tersebut dikerucutkan berdasarkan tahun publikasi artikel sehingga memperoleh sebanyak 98 artikel, dari 98 artikel tersebut dieliminasi dengan adanya data yang lengkap untuk penelitian sehingga memperoleh hasil 18 artikel. Dari hasil 18 artikel tersebut kemudian dimasukkan kedalam aplikasi R-Studio untuk dianalisis sesuai dengan fokus bahasan.



Pada penelitian ini variabel yang digunakan adalah materi yang diajarkan dan tipe *e-learning* yang digunakan. Materi yang diajarkan dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu mekanika, elektromagnetik dan lainnya. Materi lainnya yang dimaksud adalah atom, pemanasan global dan sumber energi. Tipe *e-learning* yang digunakan dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu e-lms dan *blended learning*, laboratorium virtual dan lainnya. Tipe *e-learning* lainnya yang dimaksud adalah 3d model, video, animasi dan e-modul.

Perhitungan dilakukan dengan mengumpulkan banyaknya individu dalam satu kelas ( $n$ ), nilai rata-rata post-test dan standar deviasi kelas kontrol dan kelas eksperimen dari setiap artikel yang berhasil diperoleh sebanyak 18 buah. Data yang berhasil dikumpulkan dibuat tabel pada aplikasi excel. Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menghitung *effect size* menggunakan *standardized mean difference* yang dalam hal ini dibantu oleh *machine learning* RStudio. Perhitungan *effect size* menggunakan metode *SMD* dilakukan karena data yang diperoleh memiliki skala penilaian yang berbeda beda.

Perhitungan dilakukan dengan menghitung *standardized mean difference* sebagai tindakan *scale-free*. Untuk menentukan *effect size* harus dibagi dengan standar deviasinya untuk memperoleh selisih rata-rata dengan skala yang sama. Untuk selisih rata-rata populasi didefinisikan dengan:

$$\sigma = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sigma}$$

Dan untuk estimasi selisih rata-rata dari sampel ( $d$ ) menggunakan rumus persamaan berikut ini:

$$d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{within}}$$

$d$  diinterpretasikan sebagai nilai dari selisih rata-rata dari sampel kedua kelompok ( $\bar{X}_1$  dan  $\bar{X}_2$ ) dalam satuan standar deviasi ( $S_{within}$ ).  $S_{within}$  merupakan standar deviasi dalam kelompok atau gabungan antar kelompok 1 dan kelompok 2 ( $S_{pooled}$ )

$$S_{within} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}}$$

Dimana  $S_1$  dan  $S_2$  merupakan varians dalam sampel pada kelompok 1 dan kelompok 2 dengan  $n_1$  dan  $n_2$  merupakan ukuran sampel. Alasannya dalam mengestimasi standar deviasi pada kedua kelompok ini perlu digabungkan karena asumsinya pada standar deviasi kedua kelompok sama ( $\sigma_1 = \sigma_2$ ), tetapi estimasi standar deviasi sampel kelompok 1 ( $S_1$ ) dan kelompok 2 ( $S_2$ ) akan identik, sehingga dengan menggabungkan dua standar deviasi akan diperoleh estimasi nilai yang lebih akurat (Borenstein et al., 2009). Untuk varians dari  $d$  dirumuskan sebagai:

$$V_d = \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} + \frac{d^2}{2(n_1 + n_2)}$$

Jika varians dari  $d$  dikuadratkan, dan memperoleh nilai *standard error* dari  $d$ .

$$SE_d = \sqrt{V_d}$$

Hedges (1981) menunjukkan bahwa nilai  $d$  (pers. 6.12) memiliki sedikit bias, yakni cenderung menghasilkan nilai estimasi yang terlalu tinggi atau lebih besar (*overestimate*) dari nilai absolut parameter populasi  $\delta$  (pers. 6.11). Hedges (1981) kemudian mengusulkan sebuah modifikasi untuk meminimalkan bias, yang umumnya dikenal sebagai Hedges'  $g$ . Untuk mengkonversi dari  $d$  ke  $g$  diperlukan faktor koreksi, yang disebut  $J$ . Adapun faktor koreksi ( $J$ ) dirumuskan sebagai berikut:

$$J = 1 - \frac{3}{4df - 1}$$

Dimana  $df$  adalah derajat kebebasan yang digunakan untuk mengestimasi  $S_{within}$  pada dua kelompok independen ( $n_1 + n_2 - 2$ ). Estimasi ini selalu memiliki kesalahan yang kurang dari 0,007 dan kurang dari 0,035 persen ketika  $df > 10$  (Hedges, 1981). Kemudian, Hedges'  $g$  dirumuskan sebagai berikut:

$$g = J \times d$$

Dengan varians dan standard error dari Hedges'  $g$ :

$$V_g = J \times V_d$$

$$SE_g = \sqrt{V_g}$$

### Instrumen

Penelitian ini menggunakan data yang diperoleh dari basis data scopus dan eric. Didapatkan sebanyak 18 artikel yang mengkaji mengenai pengaruh *e-learning* terhadap pemahaman konsep fisika. Artikel tersebut telah melalui tahapan eliminasi kelengkapan data dan kesesuaian pokok bahasan. Data final tersebut kemudian dianalisis menggunakan R-Studio dengan memuat standar deviasi dan rata-rata dari kelas kontrol dan kelas eksperimen.

### Hasil dan Pembahasan

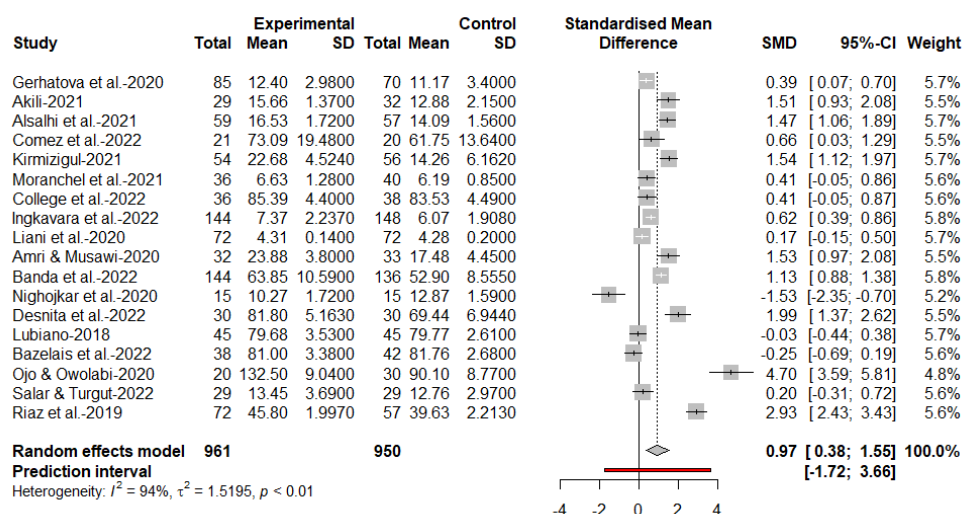
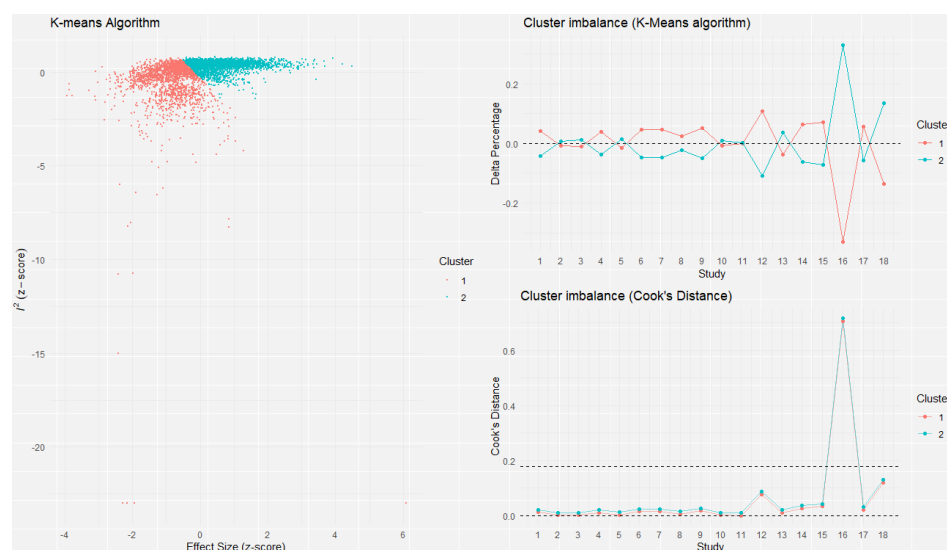
Hasil penelusuran pada basis data scopus dan eric mendapatkan 18 artikel dengan data lengkap yang sesuai dengan pembahasan. Artikel yang didapatkan melalui scopus yakni hasil penelitian dari Gerhatova, 2020 [19], Akili, 2021 [20], Alsalhi, 2021 [21], Comez, 2022 [22], Kirmizigul, 2021 [23], Moranchel, 2021 [24], dan College, 2022 [25]. Sedangkan artikel yang didapatkan melalui eric yakni hasil penelitian dari Ingkavara, 2022 [26], Liani, 2020 [27], Amri&Musawi, 2020 [28], Banda, 2022 [29], Nighojkar, 2020 [30], Desnita, 2022 [31], Lubiano, 2018 [32], Bazelais, 2022 [33], Ojo&Owolabi, 2020 [34], Salar&Turgut, 2022 [35], Riaz, 2019 [36]. Data banyak individu, rata-rata, standar deviasi dari kelas kontrol dan kelas eksperimen disajikan pada Tabel 1 beserta klasifikasi materi yang diajarkan dan tipe *e-learning* yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 1. Data 18 artikel hasil pencarian

| Penulis          | Tahun | NC    | MC    | SC    | NE    | ME    | SE    | Materi   | Tipe E-Learning          |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------------------------|
| Gerhatova et al. | 2020  | 70,00 | 11,17 | 3,400 | 85,00 | 12,40 | 2,980 | Lainnya  | Laboratorium virtual     |
| Akili            | 2021  | 32,00 | 12,88 | 2,150 | 29,00 | 15,66 | 1,370 | Lainnya  | Lainnya                  |
| Alsalhi et al.   | 2021  | 57,00 | 14,09 | 1,560 | 59,00 | 16,53 | 1,720 | Mekanika | E-LMS & Blended learning |
| Comez et al.     | 2022  | 20,00 | 61,75 | 13,64 | 21,00 | 73,09 | 19,48 | Mekanika | E-LMS & Blended learning |

|                  |      |       |       |       |       |       |       |                  |                          |
|------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|--------------------------|
| Kirmizigul       | 2021 | 56,00 | 14,26 | 6,162 | 54,00 | 22,68 | 4,524 | Mekanika         | Laboratorium virtual     |
| Moranchel et al. | 2021 | 40,00 | 6,190 | 0,850 | 36,00 | 6,630 | 1,280 | Mekanika         | Laboratorium virtual     |
| College et al.   | 2022 | 38,00 | 83,53 | 4,490 | 36,00 | 85,39 | 4,400 | Elektromag netik | E-LMS & Blended learning |
| Ingvavara et al. | 2022 | 148,0 | 6,070 | 1,908 | 144,0 | 7,370 | 2,237 | Lainnya          | Lainnya                  |
| Liani et al.     | 2020 | 72,00 | 4,280 | 0,200 | 72,00 | 4,310 | 0,140 | Elektromag netik | Lainnya                  |
| Amri & Musawi    | 2020 | 33,00 | 17,48 | 4,450 | 32,00 | 23,88 | 3,800 | Elektromag netik | Lainnya                  |
| Banda et al.     | 2022 | 136,0 | 52,90 | 8,555 | 144,0 | 63,85 | 10,59 | Elektromag netik | Laboratorium virtual     |
| Nighojkar et al. | 2020 | 15,00 | 12,87 | 1,590 | 15,00 | 10,27 | 1,720 | Mekanika         | Lainnya                  |
| Desnita et al.   | 2022 | 30,00 | 69,44 | 6,944 | 30,00 | 81,80 | 5,163 | Lainnya          | Lainnya                  |
| Lubiano          | 2018 | 45,00 | 79,77 | 2,610 | 45,00 | 79,68 | 3,530 | Mekanika         | Laboratorium virtual     |
| Bazelaïs et al.  | 2022 | 42,00 | 81,76 | 2,680 | 38,00 | 81,00 | 3,380 | Elektromag netik | E-LMS & Blended learning |
| Ojo & Owolabi    | 2020 | 30,00 | 90,10 | 8,770 | 20,00 | 132,5 | 9,040 | Lainnya          | Laboratorium virtual     |
| Salar & Turgut   | 2022 | 29,00 | 12,76 | 2,970 | 29,00 | 13,45 | 3,690 | Elektromag netik | Lainnya                  |
| Riaz et al.      | 2019 | 57,00 | 39,63 | 2,213 | 72,00 | 45,80 | 1,997 | Lainnya          | Laboratorium virtual     |

Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan RStudio sehingga mendapatkan *effect size* SMD. Dari hasil data yang berada pada tabel diatas, dapat dilakukan analisis data menggunakan metode R-Studio oleh peneliti. menunjukkan hasil bahwa jumlah *Random Effects* pada penelitian ini sebesar 961 pada *Prediction interval Heterogenety*  $I^2 = 73\%$  dengan  $t^2 = 0.1377$ ,  $p < 0.01$  pada kriteria data berdasarkan tahun publikasi artikel pada 5 tahun terakhir. Dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa *e-learning* efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika. Namun, hasil dari perhitungan *summary effect* menunjukkan angka 94%, dimana melebihi batas kelayakan data untuk dilakukan analisis. *Summary effect* yang dimiliki oleh data harus berada di bawah angka 75%, oleh karena itu perlu dilakukan deteksi *outliers*. Deteksi *outliers* didasarkan pada *k-means algorithm* dan *cook's distance*.

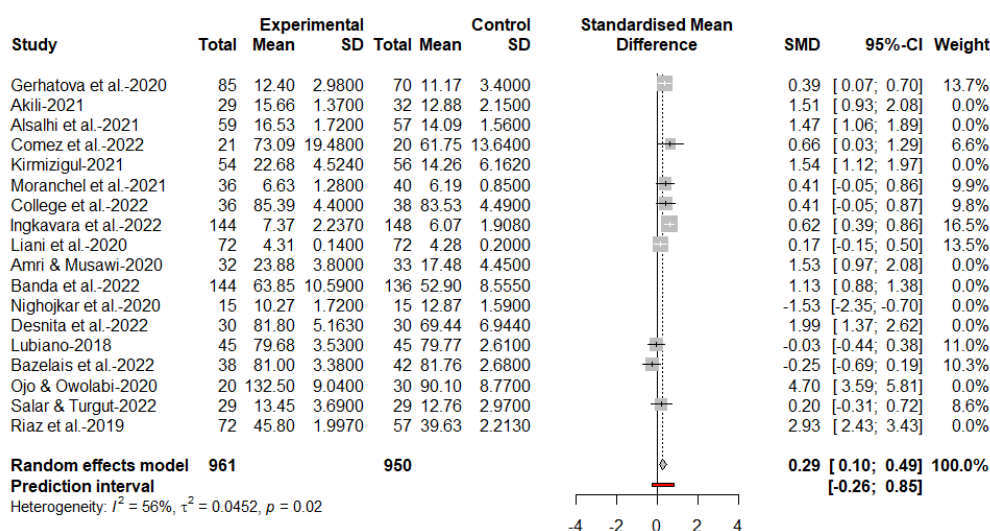
Gambar 1. Analisis *summary effect*Gambar 2. Analisis deteksi *outliers*

Hasil deteksi *outliers* mendapati bahwa terdapat 9 artikel yang tidak relevan. Artikel tersebut adalah artikel nomor 2, 3, 5, 10, 11, 12, 13, 16 dan 18.

Analisis kembali dilakukan dengan mengecualikan artikel yang tidak relevan. Setelah mengcualikan artikel yang tidak relevan hasil pengolahan data menunjukkan bahwa *e-learning* efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika. Hasil *summary effect* dari data adalah 56% dimana sudah sesuai dan layak untuk dianalisis.

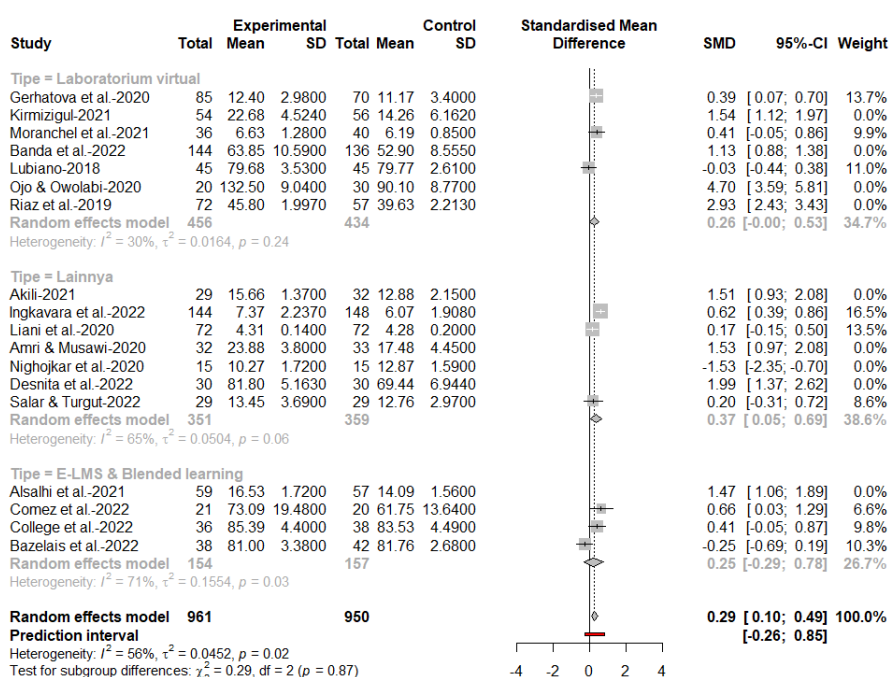
Pada hasil analisis berdasarkan variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu tipe *E-learning* diperoleh dengan tipe pertama yaitu laboratorium virtual dengan *Random Effect* model 456, *Prediction interval Heterogeneity*  $I^2 = 30\%$ ,  $t^2 = 0,0164$ ,  $p = 0,24$ . Pada tipe kedua diperoleh *Random Effect* model 351, *Prediction interval Heterogeneity*  $I^2 = 65\%$ ,  $t^2 = 0,0504$ ,  $p = 0,06$ . Dan pada tipe ketiga yaitu, E-LMS & Blended Learning *Random Effect* model 154, *Prediction interval Heterogeneity*  $I^2 = 71\%$ ,  $t^2 = 0,1554$ ,  $p = 0,03$ . Dari semua tipe yang digunakan pada analisis diperoleh total hasil dari *Random Effects* model 961 dengan *Prediction interval Heterogeneity*  $I^2 = 56\%$ ,  $t^2 = 0.0452$ ,  $p = 0.02$  dengan Std. Mean difference Random 95%-CI. Dari

hasil tersebut menunjukkan seberapa efektif penerapan *e-learning* pada pemahaman konsep fisika dengan tipe *e-learning* yang digunakan.



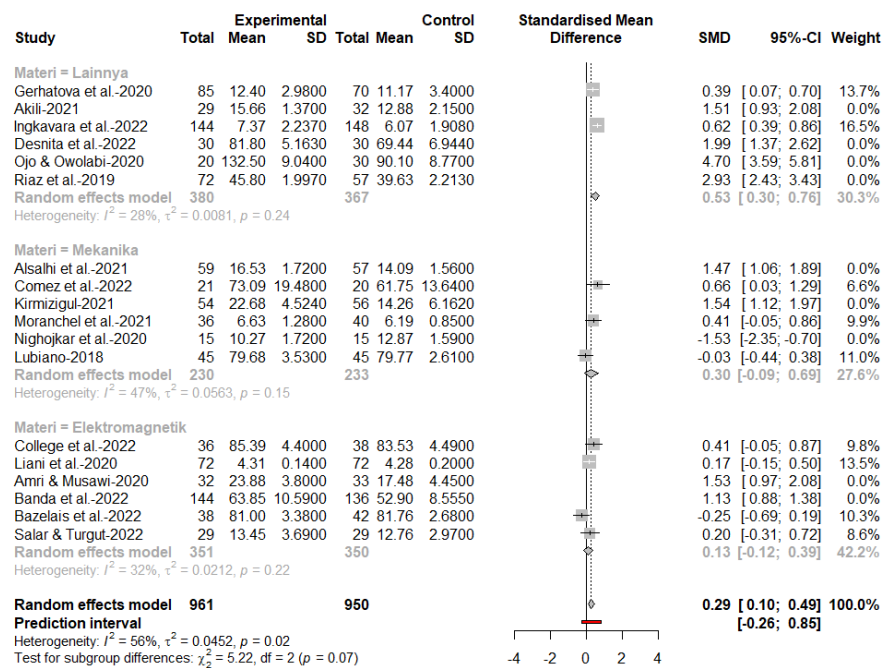
Gambar 3. Analisis *summary effect* setelah eliminasi

Perhitungan *effect size* dilakukan pada variabel moderator pertama, yaitu tipe *e-learning*. Variabel moderator dibagi menjadi tiga jenis, yaitu *e-lms&blended learning*, laboratorium virtual dan tipe lainnya. Setiap tipe mendapatkan hasil *summary effect* yang sudah sesuai untuk dilakukan analisis, yaitu 30% untuk laboratorium virtual, 65% untuk tipe lainnya dan 71% untuk *e-lms* dan *blended learning*. Hasil analisis menunjukkan bahwa tipe *e-learning* lainnya memberikan efektifitas yang paling besar untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika, yaitu *e-modul*, video, animasi dan model 3d.

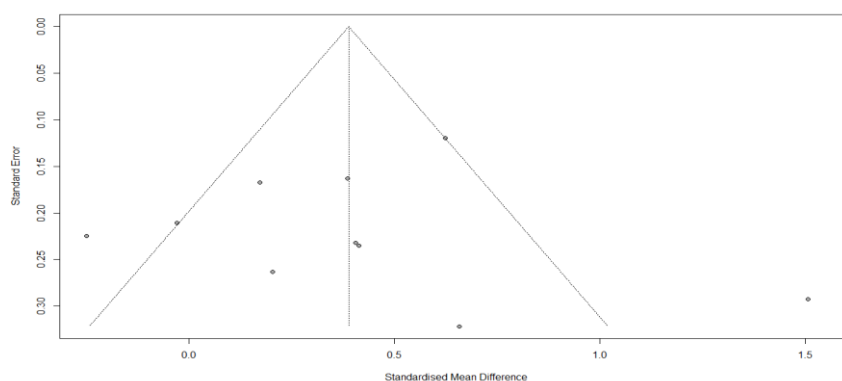


Gambar 4. Analisis *summary effect* variabel moderator tipe *e-learning*

Perhitungan *effect size* dilakukan pada variabel moderator kedua, yaitu materi yang diajarkan. Variabel moderator dibagi menjadi tiga jenis, yaitu mekanika, elektromagnetik dan materi lainnya. Setiap tipe mendapatkan hasil *summary effect* yang sudah sesuai untuk dilakukan analisis, yaitu 47% untuk mekanika, 32% untuk elektromagnetik dan 28% untuk materi lainnya. Hasil analisis menunjukkan bahwa *e-learning* memberikan efektifitas yang paling besar untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika pada materi lainnya, yaitu sumber energi, atom dan pemanasan global.

Gambar 5. Analisis *summary effect* variabel moderator materi pembelajaran

Data yang telah diperoleh dilakukan analisis dan tidak mengindikasikan bentuk yang asimetrik pada RStudio. Hal ini berarti hasil analisis tidak menunjukkan adanya bias publikasi.



Gambar 6. Analisis publikasi bias

## Pembahasan

Hasil pengolahan data pada *machine learning* R-Studio menunjukkan bahwa *e-learning* efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika. Dibuktikan dan diperkuat dengan *summary effect* pada hasil analisis yang berada dibawah 75%, lebih tepatnya pada angka 56% dengan rentan keefektifan [0.10; 0.49]. Pada keseluruhan dari penelitian ini memiliki tingkat efektivitas yang konsisten apabila penelitian ini diulang. Pada analisis variabel moderator pertama, tipe *e-learning* yang memilki keefektifan paling tinggi untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika adalah tipe lainnya yaitu e-modul, video, animasi dan model 3d. Dibuktikan dan diperkuat dengan *summary effect* pada hasil analisis yang berada dibawah 75%, lebih tepatnya pada angka 65% dengan rentan keefektifan [0.05; 0.69]. Pada keseluruhan dari penelitian ini memiliki tingkat efektivitas yang konsisten apabila penelitian ini diulang. Pada analisis variabel moderator kedua, materi yang paling efektif untuk dilakukan pembelajaran menggunakan *e-learning* adalah materi lainnya yaitu pemanasan global, sumber energi dan atom. Dibuktikan dan diperkuat dengan *summary effect* pada hasil analisis yang berada dibawah 75%, lebih tepatnya pada angka 28% dengan rentan keefektifan [0.30; 0.76]. Pada keseluruhan dari penelitian ini memiliki tingkat efektivitas yang konsisten apabila penelitian ini diulang. Hasil analisis tidak menunjukan adanya bias publikasi dengan hasil analisis R-Studio yang tidak mengindikasi adanya asimetri.

## Simpulan

Pada penilitian ini dapat disimpulkan sesuai dengan data yang dianalisis dalam penelitian, dapat ditarik kesimpulan bahwa pada penggunaan e-learning sebagai media dalam proses pembelajaran fisika memiliki efektivitas yang baik. Simpulan ini dapat dibuktikan dan diperkuat dengan *summary effect* pada hasil analisis yang berada dibawah 75%, lebih tepatnya pada angka 56% dengan rentan keefektifan [0.10; 0.49]. Pada keseluruhan dari penelitian ini memiliki tingkat efektivitas yang konsisten apabila penelitian ini diulang. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil rentan penelitian ini yang melibatkan nilai-nilai yang melintasi titik 0 dimana apabila penelitian ini dilakukan kembali hasil dari penelitian ini akan dianggap tidak efektif lagi.

## Daftar Pustaka

- [1] Aprilyanti, S., Asbari, M., Supriyanti, A., Fadilah, I. A. (2023). Catatan Pendidikan Indonesia: Evaluasi, Solusi, & Ekspektasi. *Journal of Information Systems and Management*. 3 (2) 31-34.
- [2] Amalia, R., Nurbayani, S., Malihah, E. (2023). Inovasi Pendidikan Karakter dalam Mengatasi Learning Loss pada Masa Transisi Pandemi Covid-19. *Jurnal Paedagogy: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*. 10 (1) 53-63.
- [3] Subroto, D. E., Supriandi, Wirawan, R., Rukmana, A. Y. (2023). Implementasi Teknologi dalam Pembelajaran di Era Digital: Tantangan dan Peluang bagi Dunia Pendidikan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan West Science*. 1 (7) 473-480.

- 
- [4] Raja, R., Nagasubramani, P. C. (2018). Impact of Modern Technology in Education. *Journal of Applied and Advanced Research*. 3 (1) S33-S35.
- [5] Setiaji, B., Dinata, P. A. C. (2020). Analisis Kesiapan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika Menggunakan E-Learning dalam Situasi Pandemi Covid-19. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*. 6 (1) 59-70.
- [6] Bullen, M., Janes, D. P. (2007). Making the Transition to E-Learning: Strategies and Issues. *Information Science Pub*.
- [7] Waller, V., Wilson, J. (2001). "A Definition for E-Learning" in Newsletter of Open and Distance Learning Quality Control.
- [8] Zein, A., Yusnanto, T., Sutaguna, I. N. T., Rukhmana, T., Hambali., Widodo, T. W., Zaharah, Riaeni, I., Khasanah (2023). Konsep Dasar E-Learning. Batam: Yayasan Cendekia Mulia Mandiri.
- [9] Kurniawan, D. (2013). Perbedaan Penggunaan Media Pembelajaran E-Learning Berbasis Website dan Media Powerpoint pada Pembelajaran Sosiologi Materi Interaksi Sosial terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X di Madrasah Aliyah Pembangunan UIN Jakarta.
- [10] Safitri, A. D., Suparwoto. (2018). Enhancing Senior High School Student Creative Thinking Skills Using Project Based E-Learning. *Journal of Physics: Conference Series*. Conf. Ser. 1097 012030 1-6.
- [11] Yusuf, I., Widyaningsih, S. W. (2020). Implementing E-Learning-Based Virtual Laboratory Media to Students' Metacognitive Skills. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 15 (5) 63-74.
- [12] Hanson, B., Culmer, P., Gallagher, J., Page, K., Read, E., Weightman, A., Leveslev, M. (2009). ReLOAD: Real Laboratories Operated at a Distance. *IEEE TRANSACTIONS ON LEARNING TECHNOLOGIES*. 2 (4) 331-341.
- [13] Agustine, D., Wiyono, K., Muslim, M. (2014). Pengembangan E-Learning Berbantuan Virtual Laboratory untuk Mata Kuliah Praktikum Fisika Dasar II di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UNSRI. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*. 1 (1) 33-42.
- [14] Bonk, C. J., Kim, K. J., Oh, E. J., Teng, Y., Son, S. J. (2007). The Present and Future State of Blended Learning in Workplace Learning Settings in the United States. 47 (8) 5-16.
- [15] Rowe, M., Frantz, J., Bozalek, V. (2012). The role of blended learning in the clinicaleducation of healthcare students: A systematicreview. *Medical Teacher*. 34 (4) e216-e221.
- [16] Abroto, Maemonah, Ayu, N. P. (2021). Pengaruh Metode Blended Learning dalam Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*. 3 (5) 1993-2000.
- [17] Wannemacher, K. (2006). Functional differentiation of incentives for e-teaching at universities. *Current Developments in Technology-Assisted Education*. 72-76.
- [18] Nadziroh, F. (2017). Analisa Efektifitas Sistem Pembelajaran Berbasis E-Learning. *Jurnal Ilmu Komputer dan Desain Komunikasi Visual*. 2 (1) 1-14.
- [19] Gerhatova, Z., Perichta, P., Palcut, M. (2020). Project-Based Teaching of the Topic "Energy Sources" in Physics Via Integrated e-Learning-Pedagogical Research in the 9<sup>th</sup> Grade at Two Primary Schools in Slovakia. *Education sciences*. 20 1-18.
-

- 
- [20] Alsalthi, N. R., Eltahir, M., Dawi, E., Abdelkader, A., Zyoud, S. (2021). The Effect of Blended Learning on the Achievement in a Physics Course of Students of a Dentistry College: A Case Study at Ajman University. *The Electronic Journal of e-Learning*, 19(1) 1-17.
- [21] Akili, M. (2021). Attributes of 3D Computer Models for Learning the Structure of Atom by Undergraduate Science Teacher's Students. *European Journal of Educational Science*. 8 (2) 85-99.
- [22] Comez, C. B., Cavumirza, E., Yildirim, M. (2022). Investigation of the Effect of Web 2.0 Supported 5E Learning Model on Students' Success and Opinion in Teaching Pressure Unit in Distance Education. *Participatory Educational Research*. 9 (1) 73-97.
- [23] Kirmizigul, A. S. (2021). Algodoo for Interactive Learning: Effects on Students' Achievement and Motivation Towards Science. *International Journal of Education*. 9 (4) 352-358.
- [24] Monranchel, I. L., Franco, E., Urosa, B., Castell, P. M., Inigo, E. M., Montes, V. (2021). University Students' Experiences of the Use of Mlearning as a Training Resource for the Acquisition of Biomechanical Knowledge. *Education sciences*. 11 1-12.
- [25] College P., Breulux, A., Doleck, T. (2022). Investigating a blended learning context that incorporates two-stage quizzes and peer formative feedback in STEM education. *Knowledge Management & E-Learning*. 14 (4) 395-414.
- [26] Ingkavara, T., Panjaburee, P., Srisawasdi, N., Sajjanaroj, S. (2022). The use of a personalized learning approach to implementing self-regulated Online Learning. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 3 1-18.
- [27] Liani, N.S., Nur, S., Huda, I. (2019). The Influence of Communication Platform on the Students' Engagement in the Magnetic Electricity E-learning Class. *Journal of Physics: Conference Series*. (1460) 1-6.
- [28] Al Amri, A. Y., Osman, M. E., & Al Musawi, A. S. (2020). The Effectiveness of a 3D-Virtual Reality Learning Environment (3D-VRLE) on the Omani Eighth Grade Students' Achievement and Motivation towards Physics Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(05), 4-16.
- [29] Banda, H.J., Nzabahimana, J. (2023) The Impact of Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation-Based Learning on Motivation and Academic Achievement Among Malawian Physics Students. *J Sci Educ Technol* **32**, 127-141.
- [30] Nighojkar, A., Plappally, A., Soboyejo, W. O. (2021). Animated concept-in-context maps as a materials science learning resource in an online flipped classroom. *MRS Advances*. 6 351-354.
- [31] Desnita, D., Festiyed, F., Novitra, F., Ardiva, A., Navis, M. Y. (2022). The Effectiveness of CTL-based Physics E-module on the Improvement of the Creative and Critical Thinking Skills of Senior High School Students. *TEM Journal*. 11 (2) 802-810.
- [32] Lubiano, M. L. D. (2018). Interactive E-Learning Portal for Enrichment of Conceptual Understanding of Grade 8 Learners in Physics. *The Southern Luzon Journal of Arts and Sciences*. 10 37-50.
- [33] Bazelais, P., Breulux, A., Doleck, T. (2022). Investigating a blended learning context that incorporates two-stage quizzes and peer formative feedback in STEM education. *Knowledge Management & E-Learning*. 14 (4) 395-414.
-

- 
- [34] Ojo, O. M., Owolabi, O. T. (2020). Relative Effects of Two Activity-Based Instructional Strategies on Secondary School Students' Attitude towards Physics Practical. *European Journal of Educational Sciences*. 7 (3). 123-140.
- [35] Salar, R., Turgut. U. (). Effect of Differentiated Instruction and 5E Learning Cycle on Academic Achievement and Self-efficacy of Students in Physics Lesson. *Science Education International*. 21 (1) 4-13.
- [36] Riaz, M., Marcinkowski, T. J., Faisal, A. (2019). The Effects of a DLSCL Approach on Students Conceptual Understanding in an Undergraduate Introductory Physics Lab. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 16 (2) 1-8.