Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA
http://jurnal.stkippgritulungagung.ac.id/index.php/eduproxima

TRANSFORMASI PEMBELAJARAN IPA SEKOLAH DASAR MELALUI *DISCOVERY LEARNING* BERBASIS *VIRTUAL REALITY*: PENINGKATAN BERPIKIR KRITIS PADA MATERI TATA SURYA

Sarry Sumiyaty [*1)], Ucu Rahayu [2)], Ika Lestari [3)]
[1,2)] Prodi Magister Pendidikan Dasar, Sekolah Pascasarjana, Universitas Terbuka, Indonesia
[3]Prodi Magister Pendidikan Dasar, Pascasarjana, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia.
[*]*Penulis korespondensi*
e-mail: sarry.sumiyaty@gmail.com [1)], urahayu@ecampus.ut.ac.id [2)], ikalestari@unj.ac.id [3)]

Article history:
Submitted: Aug. 10th, 2025; Revised: Sept. 14th, 2025; Accepted: Oct. 20th, 2025; Published: April 21st, 2026

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pendidikan menuntut inovasi pembelajaran yang mampu mengintegrasikan pengalaman belajar interaktif dengan pengembangan keterampilan abad ke-21. Penelitian ini mengkaji pengaruh penerapan model *discovery learning* berbantuan teknologi *Virtual Reality* (*VR*) terhadap kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar peserta didik pada materi IPA Tata Surya. Metode penelitian menggunakan desain eksperimen dengan dua kelompok: kelas eksperimen yang mendapatkan pembelajaran *discovery learning* berbantuan VR, dan kelas kontrol yang menggunakan metode *cooperative learning.* Instrumen pengumpulan data mencakup test kemampuan berpikir kritis, test pemahaman konsep, serta kuesioner motivasi belajar. Validitas dan reliabilitas instrumen telah diuji melalui analisis korelasi Pearson dan Cronbach's Alpha. Hasil *analysis of variance* (*Anova*) menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kedua kelompok, dengan nilai $p < 0,05$. Peserta didik di kelas eksperimen mengalami peningkatan skor berpikir kritis yang jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol, disertai peningkatan motivasi belajar yang signifikan. Integrasi *VR* menciptakan pengalaman imersif yang memudahkan visualisasi konsep astronomi kompleks, mendorong eksplorasi mandiri, dan memperkuat keterlibatan siswa. Dukungan penerapan strategi pembelajaran ini memerlukan pelatihan guru, ketersediaan perangkat memadai, dan adaptasi kurikulum. Dengan perencanaan yang tepat, pembelajaran berbasis *discovery learning* benbantuan *VR* dapat menjadi strategi efektif untuk meningkatkan kualitas pendidikan sains di tingkat sekolah dasar.
Kata Kunci: *discovery*; berpikir kritis; *virtual reality*

PENDAHULUAN

Peran pendidikan sangat krusial dalam menghasilkan sumber daya manusia berkualitas, terutama melalui penerapan teknologi pendidikan yang adaptif terhadap tuntutan kontemporer serta mendorong pengembangan diri. (Nurhuda *et al*., 2024) menegaskan bahwa sistem pendidikan perlu bersifat fleksibel dan responsif dengan mengintegrasikan komponen pesan, materi, dan teknik pembelajaran secara sinergis. Selanjutnya, (Ananda, 2019) menunjukkan bahwa percepatan lanskap teknologi global menuntut inovasi pendidikan yang komprehensif agar melahirkan tenaga kerja terampil dalam memanfaatkan kemajuan tersebut. (Gadzali, 2023) menyoroti bahwa pemanfaatan teknologi menciptakan lingkungan belajar yang menarik, mendukung kemampuan berpikir tingkat tinggi, serta memperkuat kolaborasi—semua elemen penting untuk menghadapi tantangan modern. Dengan demikian, teknologi pendidikan menjadi pilar utama dalam membentuk individu cakap yang siap menavigasi kompleksitas masa depan (Gadzali, 2023; Nurhuda *et al*., 2024).

Integrasi teknologi digital dalam pendidikan telah menjadi prasyarat penting untuk mewujudkan pembelajaran aktif sekaligus menggeser dominasi metode hafalan tradisional (Asgarov & Badalova, 2024). Pemanfaatan alat digital tidak hanya memperkaya pengalaman belajar melalui jalur pembelajaran yang terpersonalisasi, tetapi juga memperluas aksesibilitas dan memungkinkan penerapan strategi pengajaran inovatif—unsur krusial bagi penguatan keterampilan abad ke-21(Asgarov & Badalova, 2024). Meski demikian, implementasinya masih dihadapkan pada tantangan nyata, seperti kesenjangan digital yang membatasi pemerataan akses, pelatihan pendidik yang belum optimal, dan perlunya penyesuaian kurikulum dengan perangkat digital (da Costa *et al*., 2024). Kesenjangan ini kian nyata ketika perbedaan akses teknologi ditentukan oleh latar belakang sosial ekonomi (Ningsih, 2024; Olatunbosun Bartholomew Joseph *et al*., 2024), serta diperparah oleh keterbatasan infrastruktur di wilayah tertentu (Bt Baharudin *et al*., 2024). Mengatasi hambatan-hambatan tersebut menjadi langkah strategis untuk memaksimalkan potensi teknologi dalam meningkatkan keterlibatan siswa dan mengoptimalkan capaian pembelajaran(Ningsih, 2024).

Teknologi *Virtual Reality* (*VR*) terbukti mampu meningkatkan keterlibatan siswa secara signifikan dalam pembelajaran materi Tata Surya, dengan menghadirkan pengalaman mendalam dan interaktif yang memudahkan pemahaman konsep astronomi yang kompleks. Integrasi *VR* dengan *Augmented Reality* (*AR*) menghadirkan lingkungan belajar yang dinamis, mendorong kolaborasi, sekaligus memperdalam pemahaman terhadap fenomena matahari. Melalui kemampuan visualisasi, *VR* memungkinkan peserta didik mengamati secara langsung simulasi peristiwa astronomi yang sulit dijelaskan melalui metode konvensional, seperti gerhana matahari atau pergerakan planet(Carneiro *et al*., 2024; Chervonnyy & Ertan, 2024). Simulasi interaktif ini membantu membangun pemahaman spasial serta meningkatkan retensi pengetahuan siswa (Carneiro *et al*., 2024). Selain itu, platform VR berbasis multipemain memberikan ruang bagi interaksi langsung antara guru dan siswa, membentuk suasana belajar kolaboratif yang memperkuat daya serap materi(Mukhtar *et al*., 2019). Bukti empiris menunjukkan bahwa teknologi ini tidak hanya meningkatkan kinerja, tetapi juga minat belajar, dengan 90% siswa melaporkan pengalaman pembelajaran yang lebih menarik (Chervonnyy & Ertan, 2024).

Model pembelajaran *Discovery* berbeda dengan Pembelajaran Berbasis Masalah (*PBL*) dalam pendekatan yang digunakan untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa. Dalam pembelajaran *discovery*, siswa diberi otonomi lebih besar sehingga mereka terdorong untuk aktif mengeksplorasi dan menemukan informasi secara mandiri, sedangkan guru berperan sebagai fasilitator, bukan sebagai pemberi instruksi langsung (Sunarto & Amalia, 2022). Model ini efektif menumbuhkan kreativitas, kemandirian, dan pemikiran kritis karena melibatkan siswa dalam tahapan stimulasi, perumusan masalah, pengumpulan data, pemrosesan data, verifikasi, dan generalisasi (Rachmawaty, 2018). Sebaliknya, *PBL* memiliki kerangka yang lebih terstruktur dan menitikberatkan pada pemecahan masalah melalui proses penyelidikan terpandu.

Pendekatan ini terbukti lebih ampuh dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan pembelajaran *Discovery* (Arifianto & Koeswanti, 2022). Namun, jika dilihat dari keberhasilan hasil belajar secara keseluruhan, pembelajaran *Discovery* menunjukkan keunggulan karena mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa, yang pada gilirannya menghasilkan capaian belajar yang lebih baik (Asmal, 2023; Rachmawaty, 2018).

Menggabungkan *discovery learning* dengan *VR* menawarkan manfaat yang signifikan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dan pemahaman konseptual. Model *discovery learning* mendorong siswa untuk terlibat dalam pembuatan hipotesis, pengujian, dan pengambilan kesimpulan, yang penting untuk mengembangkan keterampilan analitis (Chusni *et al*., 2020). Ketika diintegrasikan dengan *VR*, pendekatan ini membenamkan siswa dalam skenario interaktif dan realistis, memfasilitasi pembelajaran pengalaman yang seringkali kurang dari metode tradisional (CHEN & LIU, 2024; Faresta *et al*., 2024). Kapasitas *VR* untuk menciptakan lingkungan yang dinamis memungkinkan eksplorasi konsep kompleks, sehingga mempromosikan proses kognitif tingkat tinggi seperti analisis dan evaluasi (Faresta *et al*., 2024). Studi menunjukkan bahwa kombinasi ini tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir kritis tetapi juga meningkatkan keterlibatan siswa dan retensi konsep abstrak, membuat pembelajaran lebih efektif dan menyenangkan (CHEN & LIU, 2024; Nusantari *et al*., 2021). Namun, tantangan seperti biaya dan aksesibilitas harus diatasi untuk memaksimalkan potensi strategi pendidikan inovatif ini (Faresta *et al*., 2024). Meskipun model tersebut bertujuan meningkatkan kemampuan berpikir kritis, penekanan pembelajaran *discovery* pada proses kognitif dan pembelajaran mandiri dapat memicu motivasi yang lebih kuat serta partisipasi aktif siswa, yang menjadi faktor penting dalam efektivitas kegiatan belajar. (Rachmawaty, 2018).

Pada Studi ini mengkaji hubungan antara kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran IPA Tata Surya yang menerapkan model *Discovery learning* berbantuan *VR*. Penelitian eksperimen ini mengusung judul "Pengaruh Model Pembelajaran *Discovery learning* Berbantuan *VR* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Motivasi Peserta didik Dalam Pembelajaran IPA Tata Surya Kelas VI SDN Dukuh 05 Pagi.

METODE

Pemilihan kelas eksperimen dan kelas kontrol dalam penelitian ini dilakukan melalui proses randomisasi untuk memperkuat validitas internal. Dari sekolah dasar negeri (SDN) yang memiliki kelas VI paralel di Gugus V Cut Nyak Dien Kramatjati, yakni SDN Dukuh 01, SDN Dukuh 04, SDN Dukuh 05, SDN Dukuh 08, dan SDN Dukuh 09, dipilih satu sekolah secara acak, yaitu SDN Dukuh 05 Pagi. Selanjutnya, dari dua kelas paralel yang tersedia, yakni kelas VI-A dan VI-B, dilakukan randomisasi kembali sehingga diperoleh kelas VI-A sebagai kelas eksperimen dan kelas VI-B sebagai kelas kontrol. Masing-masing kelas terdiri dari 32 peserta didik, sehingga total sampel penelitian ini berjumlah 64 peserta didik. Agar penelitian ini dapat menghasilkan data yang akurat dan sesuai dengan tujuan, diperlukan instrumen yang

tepat untuk mengukur variabel yang diteliti.

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah kuesioner motivasi belajar yang memuat 20 pernyataan skala *Likert* (1–5). Tujuan kuesioner ini adalah untuk mengukur tingkat motivasi peserta didik sebelum dan sesudah intervensi. Sebagai pelengkap, diberikan pula test pemahaman konsep yang terdiri atas 15 butir pilihan ganda dan 5 butir esai. Kedua instrumen tersebut telah divalidasi oleh dua ahli pendidikan untuk memastikan kesesuaiannya dengan tujuan penelitian. Kuesioner motivasi belajar diuji validitasnya menggunakan analisis *Pearson Product Moment*—butir dengan koefisien korelasi (r) > 0,30 dianggap valid—serta reliabilitasnya dengan *Cronbach's Alpha* sebesar 0,87, menunjukkan konsistensi internal tinggi (α > 0,70) (Tavakol and Dennick 2011). Pengumpulan data dilaksanakan dalam dua tahap, yakni *pre-test* dan *post-test*. *Pre-test* diberikan pada kelompok eksperimen dan kontrol sebelum penerapan model *discovery learning* berbantuan *VR*. Setelah intervensi selesai, post-test dilaksanakan untuk mengidentifikasi perubahan motivasi belajar dan pemahaman konsep. Kuesioner motivasi dibagikan langsung kepada peserta, yang kemudian menjawab menggunakan skala *Likert*. Sementara itu, test pemahaman konsep dilakukan di bawah pengawasan guru untuk menjaga keaslian dan keterandalan data. Seluruh jawaban dikumpulkan secara manual dan kemudian dinilai untuk proses analisis selanjutnya.

Analisis data dimulai dengan pemberian skor manual untuk menjamin ketepatan nilai. Berikutnya, dilakukan uji asumsi normalitas dan homogenitas untuk memvalidasi kelayakan analisis statistik. Normalitas diuji menggunakan *Kolmogorov–Smirnov*, dengan kriteria data berdistribusi normal apabila p > 0,05 (Mishra *et al*. 2018). Uji homogenitas dilakukan menggunakan metode *F-max* pada *IBM SPSS Statistics* 27, dengan asumsi homogenitas apabila p > 0,05 (Tabachnick and Fidell 2014). Setelah asumsi terpenuhi, analisis dilanjutkan dengan *one-way* analisis varian (*Anova*) untuk menelaah perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol (Field, 2018). Selain itu, efek intervensi diukur dengan menghitung ukuran efek (Cohen's d), diinterpretasikan menurut kriteria Cohen: d = 0,20 (efek kecil), d = 0,50 (efek sedang), dan d = 0,80 (efek besar).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di SDN Dukuh 05 Pagi, beralamat di Jl. Dukuh V RT 008/04, Kelurahan Dukuh, Kecamatan Kramatjati, Jakarta Timur. Dua kelas ditetapkan sebagai sampel: kelas eksperimen yang menerapkan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan *VR* dan kelas kontrol yang melanjutkan pembelajaran dengan model *Cooperative Learning* seperti biasa. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk deskripsi data, pengujian Prasyarat analisis, uji hipotesis, pembahasan temuan, serta penjelasan keterbatasan penelitian.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi *VR* dalam proses pembelajaran memberikan pengaruh positif terhadap keterlibatan dan hasil belajar peserta didik. Integrasi teknologi *VR* dalam pembelajaran dapat

dipahami lebih mendalam melalui keterkaitan antara teori konstruktivis dan teori kognitif sosial, yang sama-sama menekankan pentingnya keterlibatan aktif serta interaksi sosial dalam membangun pengetahuan. Dari perspektif konstruktivisme, *VR* memungkinkan siswa untuk belajar secara aktif dengan menjelajahi, memanipulasi, dan mengalami langsung fenomena dalam lingkungan virtual, sehingga mendukung prinsip bahwa pengetahuan terbentuk melalui pengalaman nyata (Liu, 2024). Selain itu, teknologi ini juga memberi ruang bagi personalisasi pembelajaran, di mana setiap siswa dapat mengonstruksi pemahamannya sesuai dengan pengalaman unik dan ritme belajarnya masing-masing (Goi, 2024). Namun, pembelajaran tidak hanya berlangsung pada level individual, karena *VR* juga mampu menfasilitasi kolaborasi antar siswa, memungkinkan mereka berdiskusi, berbagi perspektif, dan mengembangkan makna bersama melalui interaksi sosial. Hal ini sejalan dengan teori kognitif sosial, yang menekankan bahwa pemahaman dapat diperoleh melalui observasi, modeling, dan pengalaman langsung. Melalui simulasi yang ditawarkan *VR*, siswa tidak hanya belajar dari tindakan mereka sendiri, tetapi juga dari mengamati perilaku serta konsekuensi yang dialami oleh orang lain dalam lingkungan virtual, yang pada akhirnya memperkuat proses internalisasi konsep (AlAli & Wardat, 2024). Dengan demikian, *VR* berfungsi sebagai jembatan yang memadukan konstruktivisme yang menekankan pengalaman langsung dengan teori kognitif sosial yang menyoroti pembelajaran melalui interaksi dan observasi, sehingga menciptakan ekosistem belajar yang lebih utuh, interaktif, dan kontekstual. Temuan ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya, yang mengemukakan bahwa penerapan *VR* mampu meningkatkan pencapaian akademik siswa di berbagai mata pelajaran, seperti algoritma pemrograman dan studi sosial (Dewi *et al*., 2024). Dalam konteks penelitian ini, kelas yang mendapatkan perlakuan pembelajaran *discovery learning* berbantuan *VR* mengalami peningkatan skor yang lebih signifikan dibandingkan dengan kelas yang menggunakan metode pembelajaran konvensional.

Hasil penelitian ini memperkuat bukti bahwa model pembelajaran penemuan (*discovery learning*) secara signifikan dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep tata surya. Melalui keterlibatan aktif dan dorongan untuk berpikir kritis, model ini memberikan ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi serta membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung, sehingga mendorong terbentuknya pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep ilmiah yang kompleks.

Temuan ini sejalan dengan penelitian (Zahara *et al*., 2020) yang menunjukkan adanya peningkatan penguasaan konsep pada kategori sedang (*N-Gain* = 0,48) pada siswa kelas VII yang mempelajari materi tata surya menggunakan *discovery learning*. Selain itu, (Saputro & Subekti, 2023) melaporkan bahwa penerapan *discovery learning* terpandu mampu meningkatkan keterampilan proses sains secara signifikan, dengan efektivitas implementasi mencapai skor rata-rata 93%. Hasil-hasil tersebut mengindikasikan bahwa model ini tidak hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga

mendukung perkembangan keterampilan proses ilmiah.

Meskipun demikian, perlu diakui bahwa efektivitas pembelajaran penemuan dapat dipengaruhi oleh gaya belajar siswa. Beberapa peserta didik mungkin memerlukan struktur pembelajaran yang lebih jelas untuk mencapai hasil optimal. Oleh karena itu, penerapan *discovery learning* sebaiknya dilakukan secara seimbang dengan mempertimbangkan kebutuhan dan karakteristik belajar siswa, sehingga mampu memberikan manfaat maksimal bagi seluruh peserta didik.

Selain itu, model pembelajaran *discovery learning* turut berperan dalam membangun pemahaman konsep peserta didik secara lebih mendalam. Sesuai dengan pendapat Rahma dan Masniladevi, *discovery learning* mendorong peserta didik untuk memperoleh pengetahuan melalui proses eksplorasi aktif, yang terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman terhadap materi yang bersifat kompleks, seperti konsep dalam bidang matematika dan fisika (Rahma & Masniladevi, 2023).

Kemampuan *VR* untuk mereplikasi skenario dunia nyata menyediakan ruang bagi peserta didik untuk terlibat dalam bentuk pembelajaran *embodied*, yakni proses belajar yang mengintegrasikan interaksi langsung antara tubuh dengan lingkungan virtual. Strategi ini terbukti efektif dalam memperkuat pemahaman terhadap konsep-konsep yang kompleks, terutama pada materi yang memiliki tingkat abstraksi tinggi (Petersen *et al*., 2022). Oleh karena itu, integrasi *VR* ke dalam model *discovery learning* tidak hanya memperkokoh pemahaman konseptual, tetapi juga memfasilitasi terbentuknya pengalaman belajar yang holistik, kontekstual, dan bermakna bagi peserta didik.

Ketika model ini dipadukan dengan teknologi *VR*, proses pembelajaran menjadi lebih menarik, interaktif, dan imersif. Hasil pengamatan selama proses pembelajaran juga menunjukkan bahwa peserta didik tampak lebih fokus, aktif, dan antusias dalam mengikuti kegiatan pembelajaran yang berbasis *VR*.

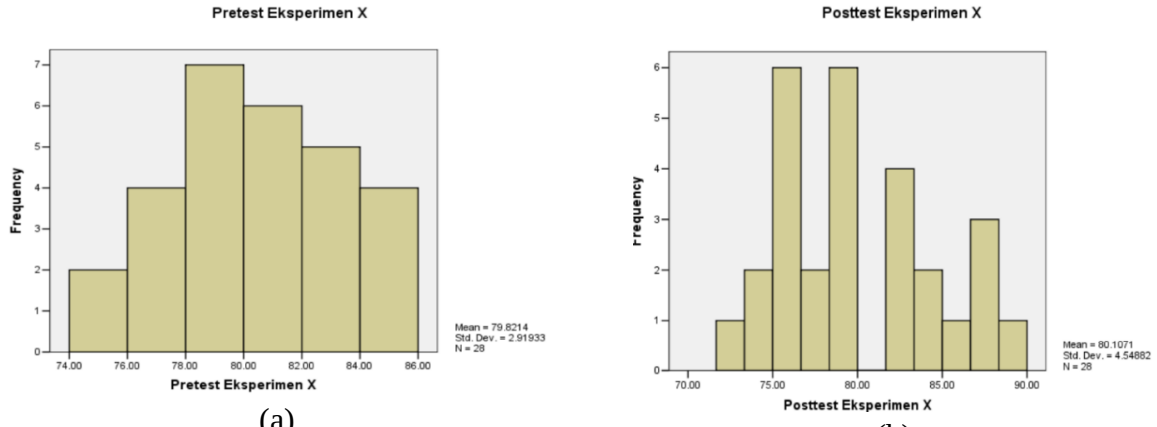
Analisis Deskriptif *Pre-Test* dan *Post-Test*

Tabel 1 Hasil statistik *Pre-test* dan *post-test* pemahaman belajar peserta didik kelas eksperimen (X).

Perlakuan	N	*Min*	*Max*	*Mean*	*Range*	*Var*	*Std. Dev*
Pre-test Eksperimen	28	74,00	85,00	79,8214	11,00	8,522	2,91933
Post-test Eksperimen	28	73,00	89,00	80,1071	16,00	20,692	4,54882

Berdasarkan tabel diatas tampak bahwa nilai minimum *pre-test* dan *post-test* masing-masing sebesar 74,00 dan 73,00. Sedangkan nilai maksimum *pre-test* sebesar 85,00 dan nilai maksimum *post-test* sebesar 89,00. Nilai rata-rata *pre-test* didapat sebesar 79,82 dan nilai rata-rata *post-test* kelas eksperimen naik sebesar 0,28 sehingga menjadi 80,10. Hasil analisis menunjukkan bahwa peserta didik di kelas eksperimen mengalami peningkatan skor *post-test* yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan saat *pre-test*. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan *VR* memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan mendalam, sehingga mendorong peningkatan pemahaman konsep secara lebih

signifikan. Sebaliknya, kelas kontrol yang tidak menggunakan teknologi *VR* menunjukkan peningkatan yang cenderung lebih rendah. Temuan ini juga didukung oleh Assuah *et al* yang mengemukakan bahwa penerapan metode pembelajaran berbasis penemuan cenderung menghasilkan peningkatan yang lebih substansial dalam hasil belajar siswa (Assuah *et al*., 2022). Perbedaan skor *post-test* yang cukup mencolok antara kedua kelompok dalam penelitian ini memperkuat bukti bahwa model pembelajaran inovatif, terutama yang didukung oleh teknologi seperti *VR*, dapat memberikan dampak positif terhadap pencapaian akademik. Dengan demikian, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa integrasi *discovery learning* dengan teknologi *VR* bukan hanya mendorong siswa untuk lebih aktif mengeksplorasi materi, tetapi juga membantu mereka membangun pemahaman yang lebih kuat dan tahan lama. Oleh karena itu, pendekatan ini dapat menjadi salah satu alternatif yang efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, khususnya dalam mata pelajaran sains yang membutuhkan pemahaman konsep-konsep abstrak. Hasil pengolahan data *pre-test* dan *post-test* untuk kelas eksperimen disajikan dalam Tabel 1 di bawah ini:Dibawah ini adalah data hasil *pre-test* dan *post-test* yang berbentuk histogram seperti pada Gambar 1.



(a) (b)

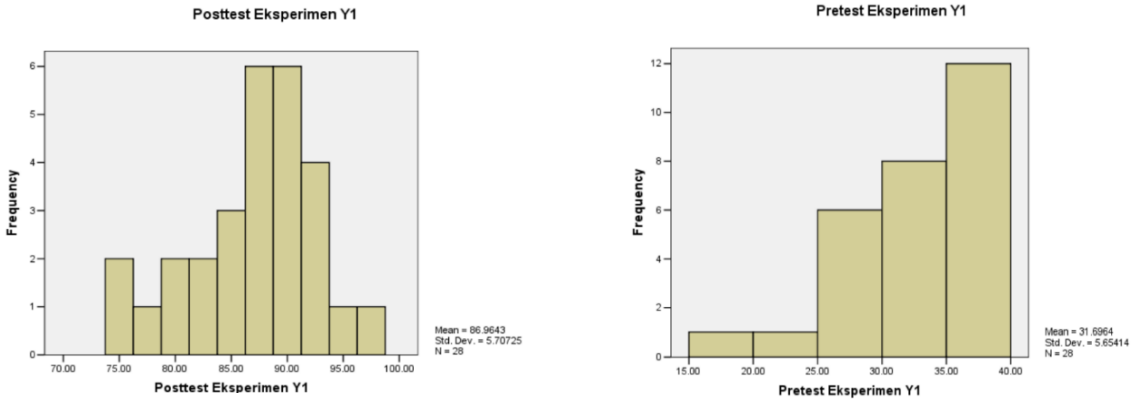
Gambar 1 Histogram pemahaman belajar kelas eksperimen (a) *pre-test* dan (b) *post-test*.

Tabel 2 Hasil statistik *pre-test* dan *post-test* kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas eksperimen (Y1).

Perlakuan	*N*	*Min*	*Max*	*Mean*	*Range*	*Var*	*Std. Dev*
Pre-test Eksperimen	28	15,00	40,00	31,6964	25,00	31,969	5,65414
Post-test Eksperimen	28	75,00	97,50	86,9643	22,50	32,573	5,70725

Analisis kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen baik *pre-test* maupun *post-test*. Pada studi ini hasil *pre-test* dan *post-test* pada kelas eksperimen juga dilakukan untuk menilai perbedaan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran IPA tema Tata Surya setelah penerapan model *discovery learning* berbantuan *VR*. Tabel berikut menyajikan ringkasan pengolahan data *pre-test* dan *post-test* untuk kelompok eksperimen. Berdasarkan Tabel 2 tampak bahwa nilai minimum *pre-test* dan *post-test* masing-masing sebesar 15,00 dan

75,00. Sedangkan nilai maksimum *pre-test* sebesar 40,00 dan nilai maksimum *post-test* sebesar 97,50 Nilai rata-rata *pre-test* didapat sebesar 31,6964 dan nilai rata-rata *post-test* kelas eksperimen naik sebesar 55,2679 sehingga menjadi 86,9643 Dibawah ini adalah data hasil *pre-test* dan *post-test* yang berbentuk histogram seperti pada Gambar 2.



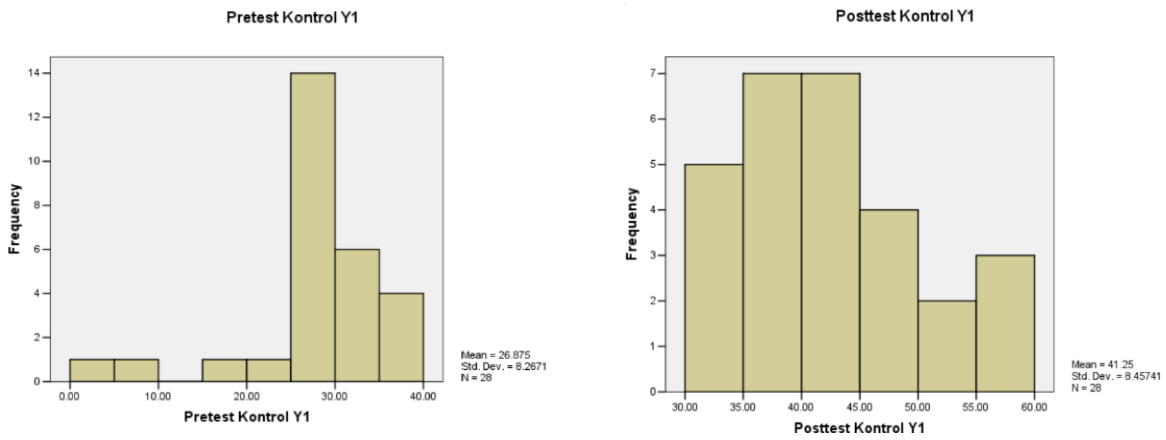
(a) (b)

Gambar 1. Histogram kemampuan berfikir kritis kelas eksperimen (a) *pre-test* dan (b) *post-test*.

Analisa kemampuan berpikir kritis pada kelas kontrol baik *pre-test* maupun *post-test* dilakukan pada studi ini untuk mengamati perubahan kemampuan berpikir kritis peserta didik tanpa intervensi. Ringkasan pengolahan data *pre-test* dan *post-test* kelompok kontrol ditampilkan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 tampak bahwa nilai minimum *pre-test* dan *post-test* masing-masing sebesar 2,50 dan 30,00 Sedangkan nilai maksimum *pre-test* sebesar 40,00 dan nilai maksimum *post-test* sebesar. 60,00 Nilai rata-rata *pre-test* didapat sebesar 26,8750 dan nilai rata-rata *post-test* 41,2500. Dibawah ini adalah data hasil *pre-test* dan *post-test* yang berbentuk histogram pada Gambar 3.

Tabel 3 Hasil statistik *pre-test* dan *post-test* kemampuan berpikir kritis kelas kontrol (Y1).

Perlakuan	*N*	*Min*	*Max*	*Mean*	*Range*	*Var*	*Std. Dev*
Pre-test Eksperimen	28	2,50	40,00	26,8750	37,50	68,345	9,26710
Post-test Eksperimen	28	30,00	60,00	41,2500	30,00	71,528	8,45741



(a) (b)

Gambar 2 Histogram kemampuan berfikir kritis kelas kontrol (a) *pre-test* dan (b) *post-test*.

Uji Homogenitas

Tabel 4 Hasil uji *Test* of Homogeneity of Variances (a) *pre-test* eksperimen pembelajaran IPA tentang Tata Surya (b) *pre-test* eksperimen kemampuan berpikir kritis (c) *post-test* eksperimen pembelajaran IPA tentang Tata Surya (d) *post-test* eksperimen kemampuan berpikir kritis menggunakan SPSS.

URUT

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.612	7	17	.199

(a)

URUT

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.660	5	19	.193

(b)

URUT

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.805	6	14	.170

(c)

URUT

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.678	6	18	.669

(d)

Nilai signifikasi yang dihasilkan dari *output* pengujian homogenitas terhadap varian diperoleh sebesar 0.199. Karena nilai signifikasi lebih besar dari α=0,05, maka dapat disimpulkan pembelajaran pada kelas eksperimen di kelompok *pre-test* bersifat homogen seperti yang ditampilkan pada Tabel 4. Penelitian ini menggunakan *Anova* untuk mengevaluasi pengaruh model pembelajaran *discovery learning* berbantuan teknologi *VR* terhadap kemampuan berpikir kritis dan motivasi

belajar siswa dalam mata pelajaran IPA. Hasil analisis menunjukkan bahwa pendekatan inovatif ini memberikan dampak yang signifikan terhadap kedua aspek tersebut. Data menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam kemampuan berpikir kritis pada peserta didik yang belajar menggunakan model *discovery learning* berbantuan *VR*. Hasil ini mengindikasikan bahwa proses pembelajaran yang menekankan eksplorasi dan penemuan mandiri, apalagi jika didukung oleh teknologi interaktif seperti *VR*, mampu merangsang siswa untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menarik kesimpulan secara lebih mendalam. Pembelajaran dengan pendekatan seperti ini memberikan efek signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis, dengan nilai signifikansi sebesar p = 0,050 (Marjan *et al*., 2024). Selain itu, dalam berbagai studi sebelumnya, model berbantuan *VR* terbukti lebih unggul dibandingkan metode konvensional.

Penerapan *VR* dalam dunia pendidikan telah menunjukkan dampak positif yang cukup menonjol terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa. Salah satu indikatornya adalah peningkatan kemampuan berpikir kritis sebesar 31,9% pada model pembelajaran berbasis *VR*, yang menegaskan efektivitas pendekatan imersif dalam memperdalam proses berpikir dan pemahaman konsep (Karuru *et al*., 2024). Lingkungan belajar yang diciptakan oleh *VR* mendorong keterlibatan aktif peserta didik, sehingga mampu mengembangkan kemampuan analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah secara lebih efektif (Faresta *et al*., 2024). Integrasi elemen multimedia serta fitur interaktif yang dihadirkan melalui teknologi ini juga memberikan pengalaman belajar yang lebih menyeluruh, yang sangat mendukung pendekatan *discovery learning* (Karuru *et al*., 2024). Namun, di balik potensi tersebut, terdapat sejumlah tantangan yang perlu diperhatikan, seperti kebutuhan biaya yang tinggi, keterbatasan infrastruktur teknologi di sekolah, serta perlunya pelatihan khusus bagi guru agar mampu mengoptimalkan penggunaannya dalam pembelajaran (Faresta *et al*., 2024). Selain itu, isu terkait keamanan data pribadi dan akses yang setara juga menjadi perhatian penting dalam memastikan implementasi *VR* berjalan secara etis dan inklusif (Faresta *et al*., 2024). Oleh karena itu, meskipun *VR* menjanjikan kemajuan besar dalam dunia pendidikan, pemanfaatannya tetap memerlukan perencanaan strategis dan pendekatan yang menyeluruh agar manfaatnya dapat dirasakan secara maksimal dan merata di berbagai konteks pembelajaran.

Pengujian hipo*test*is pada studi ini menggunakan pendekatan *Anova* terhadap kelompok eksperimen. Tujuannya adalah untuk mengamati sejauh mana penerapan model pembelajaran *discovery learning* yang didukung oleh teknologi *VR* dapat memengaruhi kemampuan berpikir kritis siswa dalam mata pelajaran IPA. Selain itu, pengujian ini juga bertujuan menilai peningkatan motivasi belajar peserta didik dalam proses pembelajaran, serta mengidentifikasi pengaruh signifikan secara simultan dari pendekatan tersebut terhadap kedua variabel tersebut. Hasil analisis berupa pengujian hipotesis dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Anova yang dilakukan pada kelas eksperimen karena ingin melihat apakah model pembelajaran *discovery learning* yang berbantuan *VR* memiliki pengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran

IPA. Temuan ini selaras dengan pendapat (Marjan *et al*., 2024) yang menyatakan bahwa *discovery learning* mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui proses menemukan konsep secara mandiri. Peserta didik yang belajar menggunakan model ini terbukti menunjukkan kinerja yang lebih tinggi dibandingkan dengan pembelajaran tradisional. Integrasi *VR* dalam pembelajaran penemuan memperkuat temuan tersebut, sebagaimana diungkapkan (Gunawan *et al*., 2023), bahwa media pembelajaran berbasis *VR* menyediakan pengalaman belajar imersif yang dapat memicu proses berpikir analitis secara lebih mendalam. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan *VR* tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual, tetapi juga sebagai pemicu keterlibatan kognitif yang lebih tinggi.Dengan menggunakan *Anova* diperoleh hasil analisis seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil uji *Anova* menggunakan *SPSS*.

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kemampuan berpikir kritis	Between Groups	571.815	10	57.182	2.970	.023
	Within Groups	327.292	17	19.252		
	Total	899.107	27			

Berdasarkan hasil *Anova* di atas, dapat dijelaskan bahwa, hasil analisis varian kemampuan berpikir kirtis menunjukkan harga F_{hitung} = 2,970 dengan signifikansi p-value sebesar 0.023. Nilai p-value yang diperoleh lebih kecil dari taraf signifikansi α = 0,05. Hal ini berarti H_0 ditolak. Hasil ini menunjukkan bahwa model pembelajaran *discovery learning* yang berbantuan *VR* memiliki pengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Analisis Anova menunjukkan bahwa penggunaan model *discovery learning* berbasis *VR* memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis. Dengan nilai F hitung 2,970 dan p sebesar 0,023, hasil ini memperkuat bahwa model pembelajaran ini lebih efektif dibandingkan metode konvensional.

Dalam konteks penelitian pendidikan, ANOVA merupakan teknik statistik yang banyak digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata antar kelompok (Gelman & Hill, 2006). Keunggulan metode ini terletak pada kemampuannya mengidentifikasi signifikansi perbedaan tanpa membatasi analisis pada dua kelompok saja, sehingga relevan untuk menguji efektivitas berbagai model pembelajaran. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini menguatkan bukti empiris bahwa integrasi teknologi *VR* dalam *discovery learning* dapat menciptakan pengalaman belajar yang mendorong keterlibatan kognitif lebih tinggi, sehingga berkontribusi pada penguatan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa *discovery learning* mendorong pembelajaran yang lebih bermakna (Taliak *et al*., 2024), sementara penelitian oleh Karuru *et al*. menegaskan bahwa lingkungan *VR* yang dipadukan dengan pendekatan *discovery* mendorong siswa untuk terlibat aktif dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis (Karuru *et al*., 2024). Pengalaman belajar yang lebih nyata dan interaktif membuat konsep abstrak dalam IPA, seperti tata surya, lebih mudah dipahami.

VR memungkinkan siswa mengeksplorasi dan mengamati fenomena secara lebih mendalam, sehingga pembelajaran menjadi tidak hanya teoritis, tetapi juga aplikatif. pembelajaran dengan *VR*, jika dirancang dan diimplementasikan secara tepat, mampu membawa dampak besar dalam meningkatkan kualitas pendidikan. Baik dalam membangun keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran peserta didik.

Implikasi dan Pertimbangan Kendala dan Solusi dalam Penggunaan *VR*

Implikasi dan Pertimbangan dalam penggunaan perangkat *VR* pada proses pembelajaran walaupun dalam penelitian ini menunjukkan dampak positif dari penggunaan *VR* dalam pembelajaran, perlu diingat bahwa efektivitas model ini dapat bervariasi tergantung pada karakteristik siswa, gaya belajar individu, serta dinamika kelas. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi sebaiknya dilakukan secara adaptif dan mempertimbangkan konteks kelas secara menyeluruh. Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengeksplorasi lebih dalam faktor-faktor yang dapat memengaruhi keberhasilan penerapan model ini di berbagai lingkungan belajar.

Meskipun memberi banyak manfaat, terdapat beberapa kendala teknis. Salah satunya adalah gangguan koneksi *Bluetooth* , di mana perangkat siswa terkoneksi ke headset milik siswa lain akibat kode yang sama. Namun, masalah ini dapat diatasi dengan menyambung ulang setelah menonaktifkan *Bluetooth* sementara. *VR* yang tidak menggunakan koneksi *Bluetooth* tidak mengalami kendala tersebut, sehingga dapat menjadi pertimbangan ke depan. Masalah lainnya adalah keterbatasan jumlah perangkat. Karena hanya ada satu *headset* VR untuk setiap kelompok yang terdiri dari tiga siswa, maka siswa harus menunggu giliran. Waktu tunggu ini diisi dengan aktivitas alternatif seperti membaca, merangkum, atau mencari informasi tambahan, agar siswa tetap aktif dan produktif. Sebagian siswa juga melaporkan ketidaknyamanan saat menggunakan *VR*, terutama saat kondisi tubuh mereka sedang tidak optimal. Hal ini menunjukkan pentingnya memperhatikan kondisi fisik siswa sebelum menggunakan perangkat imersif seperti *VR*.

Temuan penelitian ini memberikan implikasi penting bagi pengembangan model pembelajaran berbantuan *VR*, khususnya dalam konteks pendidikan dasar. Integrasi pertimbangan ergonomis dan kenyamanan pengguna menjadi aspek krusial untuk meminimalkan potensi risiko kesehatan, seperti kelelahan mata atau ketidaknyamanan fisik, yang dapat timbul selama penggunaan *VR* (Burov & Pinchuk, 2023). Oleh karena itu, pendidik perlu merancang strategi pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada pencapaian kognitif, tetapi juga memperhatikan kebutuhan fisik dan psikologis peserta didik.

Selain itu, meskipun *VR* mampu menghadirkan pengalaman belajar yang imersif dan menarik, tidak semua peserta didik dapat menyesuaikan diri dengan baik terhadap teknologi ini. Peserta didik yang rentan mengalami motion sickness atau memiliki keterbatasan fisik tertentu mungkin memerlukan alternatif strategi pembelajaran. Hal ini menegaskan pentingnya penerapan pendekatan yang bersifat personalisasi dalam pendidikan berbasis *VR*, sehingga setiap siswa dapat memperoleh manfaat optimal sesuai dengan kondisi dan kebutuhannya.

Dalam konteks pembelajaran IPA, penggunaan *VR* memberikan pengalaman belajar yang lebih imersif, sehingga peserta didik dapat memahami konsep-konsep kompleks, seperti tata surya, dengan cara yang lebih konkret dan aplikatif. Hal ini mendorong pendidik untuk mengintegrasikan teknologi serupa dalam mata pelajaran lain yang membutuhkan visualisasi konsep abstrak. Temuan tersebut mendukung pengembangan kurikulum yang memadukan teknologi *VR* sebagai alat bantu pembelajaran, khususnya dalam materi yang menuntut pemecahan masalah dan pengembangan berpikir kritis. Kurikulum berbasis teknologi ini dapat dirancang untuk mendorong peserta didik belajar secara aktif melalui eksplorasi dan simulasi interaktif.

Penggunaan *VR* dalam model pembelajaran memerlukan pelatihan khusus bagi guru untuk memahami cara memanfaatkan teknologi secara efektif. Penelitian ini mengimplikasikan perlunya program pelatihan bagi guru dalam menerapkan model pembelajaran berbantuan teknologi guna meningkatkan kualitas pengajaran mereka. Penelitian ini memberikan dasar empiris untuk mendorong pembuat kebijakan pendidikan mengintegrasikan teknologi *VR* dalam skala yang lebih luas. Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya integrasi teknologi modern, seperti *VR*, sebagai bagian dari upaya inovasi pendidikan. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi dapat digunakan sebagai alat untuk mengatasi kesenjangan dalam akses terhadap pengalaman belajar yang mendalam, khususnya di daerah dengan keterbatasan sumber daya.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengkaji pengaruh penggunaan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan *VR* terhadap kemampuan berpikir kritis dan motivasi peserta didik dalam pembelajaran IPA Tata Surya Kelas VI SDN Dukuh 05 Pagi. Penelitian ini membuktikan bahwa model pembelajaran *discovery learning* yang dibantu oleh teknologi *VR* memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran IPA. Peserta didik yang belajar dengan model ini menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan metode konvensional. Hal ini disebabkan oleh pengalaman belajar yang lebih nyata dan menarik, yang membantu peserta didik memahami konsep kompleks secara mendalam dan aplikatif.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar penelitian selanjutnya tidak hanya menekankan pada pengukuran efek sesaat dari penggunaan model *discovery learning* berbantuan *VR*, tetapi juga memperluas cakupan pada keberlanjutan hasil belajar dalam jangka panjang, misalnya melalui tes tindak lanjut beberapa minggu atau bulan setelah intervensi. Penelitian ke depan juga dapat mengombinasikan *VR* dengan metode pembelajaran konvensional agar tercipta pendekatan yang lebih seimbang dan terukur, sekaligus meminimalkan risiko beban kognitif berlebih akibat pengalaman imersif yang terlalu kompleks. Selain itu, penting untuk merancang evaluasi yang lebih adaptif dengan mengukur aspek kognitif dan non-kognitif, termasuk motivasi dan rasa percaya diri siswa, agar gambaran efektivitas *VR* lebih komprehensif. Aspek praktis seperti

kesiapan guru, pelatihan penggunaan perangkat, serta ketersediaan infrastruktur juga sebaiknya diperhatikan, sehingga *VR* tidak hanya memberi pengalaman belajar yang menyenangkan, tetapi juga benar-benar berkontribusi pada peningkatan kualitas pembelajaran IPA secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih kepada SDN Dukuh 09 Pagi, SDN Dukuh 05 Pagi, serta Pemerintah Provinsi DKI Jakarta atas dukungan dan bantuan yang sangat berharga selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya juga kami tujukan kepada Universitas Terbuka yang telah menyediakan fasilitas dan kesempatan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Partisipasi dan kontribusi seluruh pihak yang terlibat telah menjadi faktor penting dalam keberhasilan penelitian ini.

REFERENSI

AlAli, R., & Wardat, Y. (2024). The Role of Virtual Reality (VR) as a Learning Tool in the Classroom. *International Journal of Religion*, *5*(10), 2138–2151. https://doi.org/10.61707/e2xc5452

Ananda, R. (2019). The Role of Education Technology in The Development of Human Resources and Education Transformation. *Proceeding of International Conference on Islamic Educational Management*, 380–387. http://conference.uinsu.ac.id/index.php/iciem/

Arifianto, A., & Koeswanti, H. D. (2022). The Difference between Problem Based Learning Model and Discovery Learning Model on Students' Critical Thinking Ability. *Journal for Lesson and Learning Studies*, *5*(2), 164–171. https://doi.org/10.23887/jlls.v5i2.49744

Asgarov, T., & Badalova, N. (2024). Digital Tools in Education. *Scientific Research*, *4*(12), 37–42. https:// doi.org/10.36719/2789-6919/40/37-42

Asmal, M. (2023). Perbandingan Model Pembelajaran Problem Based Learning dan Discovery Learning terhadap Hasil Belajar Siswa. *Journal on Education*, *5*(2), 5413–5420. https://doi.org/ 10.31004/joe.v5i2.1287

Assuah, C. K., Osei, L., & Mantey, G. K. (2022). The Effect of Inquiry-based Learning on Senior High School Students' Achievement in Plane Geometry: Pre-test-Post-test Randomized Experimental Design. *Asian Research Journal of Mathematics*, *18*(11), 320–331. https://doi.org/10.9734/arjom/2022/v18i11604

Bt Baharudin, S. N. A., A/P Chandrasegaran, T., & A/P Rajasegaran, D. D. (2024). Incorporating Technology in Classroom Instruction: Challenges and Strategies. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, *14*(11), 1708–1726. https://doi.org/10.6007/ijarbss/v14-i11/23074

Burov, O. Y., & Pinchuk, O. P. (2023). A meta-analysis of the most influential factors of the virtual reality in education for the health and efficiency of students' activity.

Educational Technology Quarterly, *2023*(1), 58–68. https://doi.org/10.55056/etq.435

Carneiro, A. C. de O., Paillard, G. A. L., Araújo Neto, J. B. de, Vidal, C. A., Cavalcante Neto, J. B., Leite Junior, A. J. M., & Gomes, G. A. M. (2024). Virtual Reality in Astronomical Education: Improving the Understanding of Eclipses with Interactive Simulations. *Anais Estendidos Do XXVI Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada (SVR Estendido 2024)*, 29–30. https://doi.org/10.5753/svr_estendido.2024.244743

CHEN, C.-J., & LIU, P.-L. (2024). Integrating Virtual Environment in Teaching Courses. *International Conference on Computers in Education*. https://doi.org/10.58459/icce.2024.4944

Chervonnyy, M., & Ertan, G. (2024). Experimental approach and analysis of the effectiveness of using virtual reality (VR) technology in teaching astronomy to students of pedagogical specialties. *ILIM*, *41*(3), 50–60. https://doi.org/10.47751/skpu.1937.v41i3.4

Chusni, M. M., Saputro, S., Suranto, & Rahardjo, S. B. (2020). The potential of discovery learning models to empower students' critical thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, *1464*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1464/1/012036

da Costa, M. de C., Olinda, A. L. S., & dos Santos, A. P. (2024, July 2). Digital technologies in education: Challenges and opportunities for teaching and learning. *VI Seven International Multidisciplinary Congress*. https://doi.org/ 10.56238/sevenVImulti2024-019

Dewi, I. P., Ambiyar, A., Effendi, H., Giatman, M., Hanafi, H. F., & Ali, S. K. (2024). The Impact of Virtual Reality on Programming Algorithm Courses on Student Learning Outcomes. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, *23*(10), 45–61. https://doi.org/10.26803/ijlter.23.10.3

Faresta, R. A., Nicholas, T. Z. S. B., Chi, Y., Sinambela, I. A. N., & Mopoliu, A. Z. (2024). Exploring the Potential of Virtual Reality (VR) in Developing Students' Thinking Skills: A Narrative Review of the Last Five Years. *International Journal of Essential Competencies in Education*, *3*(2), 217–239. https://doi.org/10.36312/ijece.v3i2.2407

Gadzali, S. S. (2023). Impact of Technology in Improving the Quality of Education and Human Resource Development. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, *4*(2), 1337–1348. https://doi.org/10.54373/imeij.v4i2.362

Gelman, A., & Hill, J. (2006). *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511790942

Goi, C. L. (2024). The Impact of VR-Based Learning on Student Engagement and Learning Outcomes in Higher Education. In *Teaching and Learning for a Sustainable Future: Innovative Strategies and Best Practices* (Issue October, pp. 207–223). https://doi.org/ 10.4018/978-1-6684-9859-0.ch012

Gunawan, D., Soekamto, H., Sahrina, A.,

& Suharto, Y. (2023). Pengaruh model discovery learning berbantuan video terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Integrasi Dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial*, *3*(6), 626–635. https://doi.org/ 10.17977/um063v3i6p626-635

Karuru, P., Sipahelut, J., Riyanti, R., Saleh, M., & Makulua, K. (2024). Development of Technology-Based Learning Models to Enhance Critical Thinking Skills in Education Students. *Global International Journal of Innovative Research*, *2*(1), 330–335. https://doi.org/ 10.59613/global.v2i1.53

Liu, C. (2024). Application analysis of virtual reality technology in teaching and learning. *Advances in Educational Technology and Psychology*, *8*(5), 196–203. https:// doi.org/10.23977/aetp.2024.080529

Marjan, E. P., Fatmawati, A., & Harisanti, B. M. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Sistem Ekskresi. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, *12*(2), 2575. https://doi.org/ 10.33394/bioscientist.v12i2.13898

Mukhtar, M. R., Sumpeno, S., & Nugroho, S. M. S. (2019). Development of Learning Media "Solar System" Multiplayer Virtual Reality Using Samsung Gear VR. *Jurnal Teknik ITS*, *8*(1). https://doi.org/ 10.12962/ j23373539.v8i1.42333

Ningsih, E. P. (2024). Implementasi Teknologi Digital dalam Pendidikan: Manfaat dan Hambatan. *EduTech Journal*, *1*(1), 1–8. https://doi.org/ 10.62872/qbp1fg61

Nurhuda, A., Setyaningtyas, N. A., Huda, A. A. S., & Sinta, D. (2024). Educational Technology in a Systems Perspective. *Journal of Learning and Educational Policy*, *42*, 1–11. https://doi.org/ 10.55529/jlep.42.1.11

Nusantari, E., Abdul, A., Damopolii, I., Alghafri, A. S. R., & Bakkar, B. S. (2021). Combination of Discovery Learning and Metacognitive Knowledge Strategy to Enhance Students' Critical Thinking Skills. *European Journal of Educational Research*, *volume-10*-(volume-10-issue-4-october-2021), 1781–1791. https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.4.1781

Olatunbosun Bartholomew Joseph, Obianuju Clement Onwuzulike, & Kazeem Shitu. (2024). Digital transformation in education: Strategies for effective implementation. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, *23*(2), 2785–2799. https://doi.org/ 10.30574/wjarr.2024.23.2.2668

Petersen, G. B., Petkakis, G., & Makransky, G. (2022). A study of how immersion and interactivity drive VR learning. *Computers & Education*, *179*(December 2021), 104429. https://doi.org/ 10.1016/j.compedu.2021.104429

Rachmawaty, M. N. B. (2018). Kajian Deskriptif Model Discovery Learning Dalam Meningkatkan Motivasi Belajar , Aktivitas Belajar dan Hasil Belajar Peserta Didik Descriptive Study of Discovery Learning Model In Improving Learning Motivation , Learning Activity , and Learning Outcomes o. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Dan Pembelajarannnya*, 551–557.

Rahma, A., & Masniladevi, M. (2023).

Pengaruh Model Discovery Learning terhadap Pemahaman Konsep Perkalian dan Pembagian Pecahan Kelas V SD. *E-Jurnal Inovasi Pembelajaran Sekolah Dasar*, *10*(2), 75. https://doi.org/10.24036/e-jipsd.v10i2.10406

Saputro, & Subekti, H. (2023). Implementasi Pembelajaran Penemuan Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains pada Materi Tata Surya. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, *8*(3), 841–846. https://ejournal.mandalanursa.org/index.php/JUPE/article/view/5877%0Ahttps://ejournal.mandalanursa.org/index.php/JUPE/article/viewFile/5877/4239

Sunarto, M. F., & Amalia, N. (2022). BAHTERA: Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra. *BAHTERA: Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra*, *21*(1), 94–100. http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/bahtera/

Taliak, J., Amaliah, A., Nugroho, A., Mubarak, M., & Putro, A. B. P. (2024). Advancements in Educational Technology: Cultivating Critical Thinking Proficiency among Students Through Innovative Learning Models. *Global International Journal of Innovative Research*, *2*(1), 355–363. https://doi.org/10.59613/global.v2i1.56

Zahara, A., Feranie, S., Winarno, N., & Siswontoro, N. (2020). Discovery Learning with the Solar System Scope Application to Enhance Learning in Middle School Students. *Journal of Science Learning*, *3*(3), 174–184. https://doi.org/ 10.17509/jsl.v3i3.23503