

STRATEGI PEMBELAJARAN SCAFFOLDING BERBASIS APLIKASI PhET UNTUK MENINGKATKAN HIGHER ORDER THINKING SKILL (HOTS) KELAS XI MA I'ANATUL QUR'AN

Gagad Dwi Cahyo¹, Ahmad Khoiri², Ali Imron³

cahyogagaddwi123@gmail.com¹, akhoiri@unsiq.ac.id², aliimron@unsiq.ac.id³

UNSIQ Wonosobo

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas strategi pembelajaran Scaffolding berbasis aplikasi PhET dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills/HOTS) siswa kelas XI di MA I'anatul Qur'an Wonosobo. Metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan quasi eksperimen, menggunakan desain Non-Equivalent Control Group Design. Penelitian melibatkan dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang mendapat perlakuan dengan strategi Scaffolding dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Pengumpulan data dilakukan melalui pretest dan posttest, serta angket persepsi siswa terhadap penerapan dan efektivitas strategi. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa sebagian data berdistribusi tidak normal, sehingga digunakan uji statistik non-parametrik Mann-Whitney U dan uji-t untuk analisis hipotesis. Hasil menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol, dengan nilai signifikansi 0,000 ($< 0,05$). Nilai N-Gain rata-rata kelas eksperimen sebesar 79,79% dan efektivitas sebesar 2,07, menunjukkan bahwa strategi ini lebih efektif dibanding pembelajaran konvensional. Selain itu, profil kemampuan HOTS siswa kelas eksperimen menunjukkan peningkatan pada indikator menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa strategi pembelajaran Scaffolding berbasis aplikasi PhET efektif dalam meningkatkan kemampuan HOTS siswa.

Kata Kunci: Strategi Pembelajaran Scaffolding, Aplikasi PhET, HOTS, Pembelajaran Fisika.

PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia masih menghadapi tantangan kompleks, salah satunya adalah rendahnya kualitas guru. Banyak guru yang belum kompeten di bidangnya, sehingga berdampak pada kualitas pengajaran dan hasil belajar siswa. Hasil belajar yang rendah ini juga mempengaruhi kemampuan yang dimiliki oleh siswa di Indonesia. Salah satu kemampuan yang dipengaruhi oleh hasil belajar adalah Higher Order Thinking Skill (HOTS), yang penting dimiliki oleh pelajar Indonesia. Namun, HOTS siswa di Indonesia masih rendah karena mereka cenderung menghafal materi daripada memahami konsep, sehingga kesulitan dalam menganalisis masalah. Menurut penelitian Program for International Student Assessment (PISA), tingkat HOTS siswa Indonesia selama tujuh kali tes pada tahun 2000–2019 tergolong sangat memprihatinkan. Rata-rata hasil tes menunjukkan Indonesia konsisten berada di lima peringkat terbawah, menandakan prestasi siswa tidak mengalami peningkatan signifikan. Penelitian di beberapa kota di Indonesia, termasuk Pontianak, menunjukkan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa SMA masih rendah, dengan rata-rata capaian pada level menganalisis (C4) sebesar 44,3 dan mengevaluasi (C5) sebesar 39,4. Meskipun masuk kategori cukup, sebagian besar siswa (69,5%) tetap berada pada kategori kurang dalam penguasaan HOTS. Penelitian di SMAN 16 Bandar Lampung menunjukkan bahwa rata-rata skor HOTS siswa sebesar 56,45, dengan 82,52% siswa berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) 75 dan tergolong kategori rendah. Temuan ini menegaskan bahwa kemampuan

HOTS siswa SMA masih perlu ditingkatkan secara signifikan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian di berbagai wilayah seperti Kabupaten Bantul dan Kota Pontianak menunjukkan bahwa proporsi siswa dengan kemampuan HOTS yang rendah cukup tinggi, dengan persentase antara 40% hingga 70% berada dalam kategori kurang. Padahal, penerapan HOTS sangat berkaitan erat dengan kemampuan berpikir kritis, yang mencakup indikator seperti memberikan alasan terhadap keputusan, klarifikasi, menganalisis, dan menyimpulkan, namun penelitian menunjukkan bahwa siswa di Indonesia belum mendapatkan latihan yang memadai dalam berpikir kritis. HOTS sangat penting dimiliki oleh siswa untuk menghadapi berbagai tantangan abad ke-21, karena siswa dengan HOTS tidak hanya mengandalkan hafalan, tetapi mampu memahami, menerapkan pengetahuan, dan mengembangkan kemampuan analisis. Dengan kemampuan tersebut, siswa diharapkan mampu menemukan serta memberikan solusi atas berbagai permasalahan yang semakin kompleks seiring perkembangan zaman. HOTS siswa di Indonesia perlu ditingkatkan, salah satunya melalui pembaruan strategi pembelajaran yang efektif. Salah satu strategi yang dapat diterapkan adalah pembelajaran Scaffolding, yaitu pendekatan di mana guru memberikan bantuan sesuai dengan kemampuan kognitif siswa untuk mendorong mereka mengambil tanggung jawab dan mengembangkan kreativitas, dengan guru berperan sebagai jembatan menuju tercapainya tujuan pembelajaran.

Strategi pembelajaran Scaffolding bertujuan untuk membantu siswa mencapai kemampuan tertentu melalui berbagai cara, seperti pemberian petunjuk, penyederhanaan tugas, dan pemberian contoh. Bantuan yang diberikan guru disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing siswa, dan untuk memaksimalkan hasilnya, strategi ini dapat didukung dengan pemanfaatan media digital sebagai sarana pembelajaran yang mendukung pencapaian tujuan belajar. Media digital memiliki berbagai manfaat sebagai penunjang pembelajaran, di antaranya memberikan aksesibilitas dan fleksibilitas bagi siswa. Selain itu, media digital mampu meningkatkan interaktivitas melalui fitur-fitur seperti gambar, video, animasi, dan permainan, yang mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar. Keterlibatan ini menciptakan lingkungan belajar yang dinamis dan memotivasi siswa untuk lebih aktif dalam pembelajaran. Media digital yang digunakan sebagai penunjang pembelajaran Scaffolding dalam penelitian ini adalah aplikasi PhET (Physics Education Technology), sebuah platform interaktif yang dirancang untuk mendukung pembelajaran fisika.

PhET menyediakan simulasi virtual yang memungkinkan siswa melakukan eksperimen secara interaktif, memvisualisasikan konsep-konsep yang sulit dipahami, serta mendorong eksplorasi dan pembelajaran aktif. Selain itu, PhET juga dilengkapi dengan bahan ajar dan panduan bagi guru, sehingga dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dan pemahaman konsep siswa. Melihat rendahnya kemampuan HOTS siswa di Indonesia, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas strategi pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan tersebut. Strategi yang digunakan adalah pembelajaran Scaffolding berbasis aplikasi PhET, yang akan diterapkan pada siswa kelas XI MA I'ANATUL QUR'AN di Wonosobo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan strategi tersebut dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada mata pelajaran Fisika, khususnya materi listrik dinamis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Penelitian kuantitatif menekankan pada penggunaan data angka, baik dalam pengumpulan,

penafsiran, maupun penyajian hasil. Metode eksperimen dipilih untuk mengetahui pengaruh suatu perlakuan terhadap variabel tertentu dalam kondisi yang terkendali. Dalam penelitian ini terdapat dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Desain yang digunakan adalah Quasi Experimental Design dengan bentuk Non-Equivalent Control Group Design. Pada desain ini, kelompok eksperimen dan kontrol tidak dipilih secara acak. Penelitian diawali dengan pretest sebelum perlakuan, dilanjutkan dengan posttest setelah perlakuan diberikan. Hasil tes digunakan untuk membandingkan kemampuan awal dan akhir siswa. Pembagian kelompok didasarkan pada hasil pretest untuk memastikan homogenitas kemampuan kognitif, dengan tujuan mengukur sejauh mana peningkatan kemampuan HOTS dan pencapaian indikator pada masing-masing siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berfokus pada penerapan strategi pembelajaran Scaffolding berbasis aplikasi PhET dalam meningkatkan kemampuan HOTS siswa kelas XI di MA I'atutul Qur'an. Analisis dilakukan terhadap hasil pretest dan posttest baik di kelas eksperimen maupun kelas kontrol untuk mengetahui perbedaan kemampuan HOTS sebelum dan sesudah perlakuan, serta sejauh mana peningkatan yang terjadi. Sampel penelitian adalah seluruh siswa kelas XI yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelas eksperimen yang mendapat perlakuan menggunakan aplikasi PhET, dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional.

Pelaksanaan penelitian terdiri dari tiga tahap, yakni persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Pada tahap pelaksanaan, siswa mengikuti pretest sebagai dasar pembentukan kelompok homogen di kelas eksperimen. Selanjutnya, siswa diberikan materi melalui aplikasi PhET dan LKPD untuk diskusi dan praktikum. Tahap evaluasi dilakukan dengan memberikan posttest untuk mengukur peningkatan kemampuan HOTS serta menyebarkan angket pada kelas eksperimen guna mengukur efektivitas strategi Scaffolding. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan kemampuan HOTS pada kelas eksperimen dibandingkan dengan kelas kontrol, serta respons positif siswa terhadap penerapan strategi pembelajaran tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan HOTS siswa kelas XI MA I'atutul Qur'an meningkat melalui penerapan strategi pembelajaran Scaffolding berbasis aplikasi PhET. Di kelas eksperimen, proses pembelajaran dimulai dengan pretest yang digunakan sebagai dasar pembentukan kelompok belajar homogen berdasarkan kemampuan kognitif siswa. Pembelajaran dilanjutkan dengan pengenalan aplikasi PhET, diskusi kelompok, praktikum dengan panduan LKPD, presentasi hasil, serta pemberian posttest dan angket untuk menilai efektivitas strategi pembelajaran. Sebaliknya, kelas kontrol mengikuti pembelajaran konvensional tanpa perlakuan khusus, dengan metode ceramah dan pemberian contoh dalam kehidupan sehari-hari, serta pretest dan posttest yang sama.

Perbandingan hasil posttest menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen menunjukkan peningkatan keterampilan HOTS yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa strategi pembelajaran Scaffolding berbasis aplikasi PhET efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

Table 1 Data Hasil Pretest Kelas Eksperimen dan Kontrol

Kelas	Jumlah Data	$\sum x$	\bar{x}	Max	Min
Eksperimen	18	940	52,2	70	40
Kontrol	18	815	45,2	60	35

Data penelitian diperoleh melalui hasil pretest dan posttest untuk menilai keterampilan HOTS siswa sebelum dan sesudah perlakuan. Pretest diberikan kepada siswa kelas eksperimen dan kontrol sebelum pembelajaran dimulai guna mengetahui kemampuan awal siswa. Jumlah siswa pada kedua kelas masing-masing sebanyak 18 orang. Hasil pretest menunjukkan bahwa kelas eksperimen memiliki total nilai sebesar 940 dengan rata-rata 52,2, nilai tertinggi 70 dan terendah 40. Sementara itu, kelas kontrol memperoleh total nilai 815 dengan rata-rata 45,2, nilai tertinggi 60 dan terendah 35. Distribusi nilai pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa sebagian besar siswa berada pada rentang nilai 40–60, sedangkan di kelas kontrol nilai banyak berkisar pada rentang 30–50. Data ini menunjukkan bahwa kemampuan awal HOTS kedua kelas tergolong cukup seimbang, meskipun kelas eksperimen memiliki rata-rata yang sedikit lebih tinggi dari kelas kontrol sebelum perlakuan diberikan.

Table 2 Data Hasil Posttest Kelas Eksperimen dan Kontrol

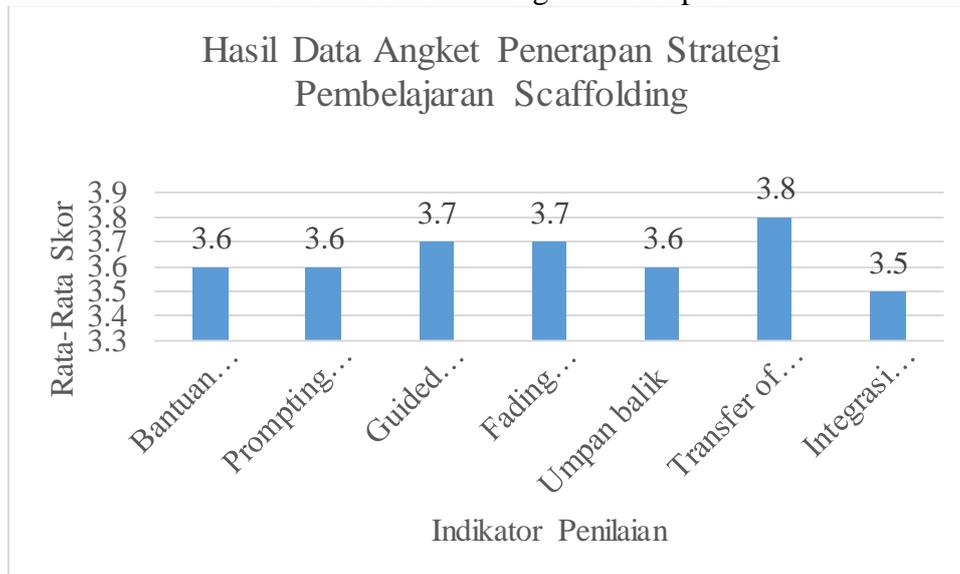
Kelas	Jumlah Data	$\sum x$	\bar{x}	Max	Min
Eksperimen	18	1632,5	90,6	95	82,5
Kontrol	18	1205	66,9	75	60

Setelah proses pembelajaran, kedua kelas—eksperimen dan kontrol—mengikuti posttest untuk mengukur peningkatan keterampilan HOTS. Kelas eksperimen diberi perlakuan berupa strategi pembelajaran Scaffolding berbasis aplikasi PhET, sementara kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional. Hasil posttest menunjukkan bahwa kelas eksperimen memiliki rata-rata nilai sebesar 90,6, dengan nilai tertinggi 95 dan terendah 75. Sebagian besar siswa kelas eksperimen memperoleh nilai antara 80–100. Sebaliknya, kelas kontrol hanya mencapai rata-rata 66,9, dengan nilai tertinggi 75 dan terendah 60; mayoritas siswa memperoleh nilai dalam rentang 60–70. Peningkatan keterampilan HOTS terlihat signifikan ketika dibandingkan dengan nilai pretest. Kelas eksperimen mengalami peningkatan rata-rata dari 52,2 menjadi 90,6, sedangkan kelas kontrol meningkat dari 45,2 menjadi 66,9. Data ini menunjukkan bahwa penggunaan strategi pembelajaran Scaffolding berbasis aplikasi PhET lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Profil kemampuan kognitif HOTS siswa dianalisis melalui hasil pretest dan posttest. Pada pretest, kelas eksperimen menunjukkan bahwa 5 siswa berada dalam kategori rendah dan 13 siswa dalam kategori sedang. Sementara itu, seluruh siswa di kelas kontrol (18 siswa) berada dalam kategori rendah. Hal ini menunjukkan bahwa sebelum perlakuan, kemampuan HOTS siswa di kelas eksperimen sedikit lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Setelah perlakuan diberikan, data posttest menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan. Di kelas eksperimen, seluruh siswa (18 siswa) berhasil mencapai kategori tinggi dalam kemampuan HOTS. Sebaliknya, pada kelas kontrol, seluruh siswa berada dalam kategori sedang. Perbedaan ini menunjukkan bahwa strategi pembelajaran Scaffolding berbasis aplikasi PhET secara efektif mampu meningkatkan kemampuan

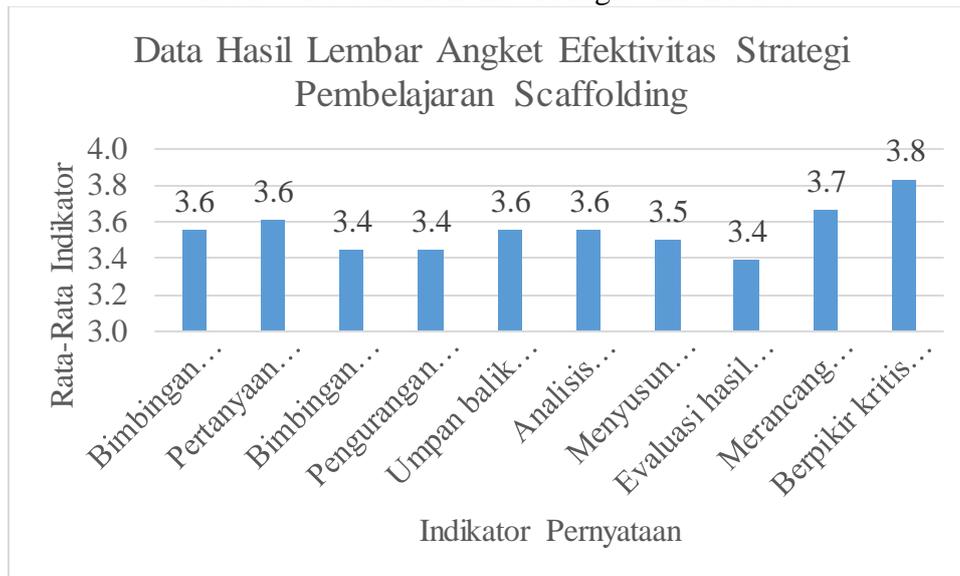
kognitif HOTS siswa secara menyeluruh, lebih tinggi dibandingkan model pembelajaran konvensional yang diterapkan pada kelas kontrol.

Table 3 Hasil ata Angket Penerapan



Hasil angket penerapan strategi pembelajaran Scaffolding bertujuan untuk memperoleh gambaran empirik mengenai efektivitas strategi tersebut dalam meningkatkan kemampuan HOTS siswa kelas XI MA I'atul Qur'an. Instrumen angket disusun berdasarkan indikator-indikator scaffolding menurut teori para ahli seperti Wood, Bruner, Vygotsky, dan Van de Pol, mencakup: bantuan awal (support), prompting, guided instruction, fading, umpan balik, transfer of responsibility, dan integrasi teori dengan simulasi. Angket diberikan kepada 18 siswa setelah proses pembelajaran selesai, menggunakan skala Likert 4 poin. Analisis deskriptif kuantitatif menunjukkan bahwa semua indikator memperoleh skor rata-rata di atas 3,00, menandakan respons positif dari siswa. Indikator dengan skor tertinggi adalah transfer of responsibility (3,8), menunjukkan bahwa siswa mulai mampu belajar mandiri dan menarik kesimpulan sendiri. Indikator dengan skor terendah adalah integrasi teori dengan simulasi (3,5), namun tetap dalam kategori baik. Secara keseluruhan, data angket mengonfirmasi bahwa strategi scaffolding telah diterapkan secara efektif dan diterima dengan baik oleh siswa, mendukung pemahaman bertahap melalui bantuan yang terstruktur dan menurun seiring meningkatnya kemandirian belajar.

Table 4 Data Hasil Lembar Angket Efektivitas



Penelitian ini juga mengevaluasi efektivitas strategi pembelajaran Scaffolding dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan kemampuan HOTS siswa melalui angket persepsi siswa. Instrumen angket disusun berdasarkan teori para ahli seperti Wood, Bruner, Vygotsky, Belland, hingga Brookhart, dengan konteks penerapan menggunakan simulasi dalam pembelajaran. Sebanyak 18 siswa kelas XI menjadi responden, dan data dianalisis menggunakan skala Likert 4 poin. Hasil angket menunjukkan bahwa seluruh indikator memperoleh skor rata-rata di atas 3,5, yang mengindikasikan bahwa siswa menilai strategi Scaffolding sebagai sangat efektif. Indikator tertinggi adalah berpikir kritis dan logis (3,8), sedangkan skor terendah adalah pada evaluasi hasil simulasi (3,3), namun masih dalam kategori efektif. Temuan ini memperkuat teori Scaffolding bahwa bantuan pembelajaran yang diberikan secara sistematis dan berangsur dikurangi mampu meningkatkan konstruksi pengetahuan dan kemandirian siswa. Selain itu, penerapan media simulasi juga berperan penting dalam meningkatkan keterlibatan aktif siswa dalam memahami konsep abstrak secara konkrit.

Table 5 Uji Validitas Lembar Soal Pretest

No	r_{tabel}	r_{hitung}	Keterangan	Kategori
1	0,632	0,914	Valid	Tinggi
2	0,632	0,904	Valid	Tinggi
3	0,632	0,915	Valid	Tinggi
4	0,632	0,945	Valid	Tinggi
5	0,632	0,951	Valid	Tinggi
6	0,632	0,974	Valid	Tinggi
7	0,632	0,977	Valid	Tinggi
8	0,632	0,928	Valid	Tinggi
9	0,632	0,918	Valid	Tinggi
10	0,632	0,990	Valid	Tinggi

Uji validitas soal pretest dilakukan untuk mengetahui sejauh mana butir soal pretest dapat mengukur kemampuan HOTS secara sah. Dalam penelitian ini, sebanyak 10 butir soal pretest dianalisis menggunakan teknik korelasi Product Moment dengan

tingkat signifikansi 5%. Berdasarkan hasil uji validitas yang ditampilkan pada Tabel 4.13, diketahui bahwa semua butir soal memiliki nilai r hitung $>$ r tabel ($r_{\text{tabel}} = 0,632$), sehingga seluruh soal dinyatakan valid. Hasil ini menunjukkan bahwa instrumen pretest yang digunakan telah memenuhi kriteria validitas, artinya setiap butir soal mampu mengukur indikator kemampuan HOTS sesuai teori Ennis secara tepat. Dengan demikian, instrumen ini layak digunakan dalam mengukur kemampuan awal siswa sebelum perlakuan pembelajaran.

Table 6 Hasil Uji Realibilitas Pretest
Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.983	10

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui konsistensi dan keterpercayaan instrumen soal pretest. Dalam penelitian ini, pengujian reliabilitas menggunakan rumus Alpha Cronbach dengan taraf signifikansi 5%. Berdasarkan hasil perhitungan yang disajikan pada Tabel 4.11, diperoleh nilai r hitung = 0,983 dan r tabel = 0,632. Karena r hitung $>$ r tabel, maka instrumen dinyatakan reliabel. Nilai reliabilitas yang sangat tinggi ini menunjukkan bahwa instrumen soal pretest memiliki konsistensi internal yang baik dan layak digunakan dalam mengukur kemampuan HOTS siswa secara berulang dengan hasil yang stabil.

Uji daya pembeda dilakukan untuk mengetahui kemampuan tiap butir soal dalam membedakan antara siswa berkemampuan tinggi dan rendah. Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.15, seluruh butir soal memiliki nilai daya pembeda di atas 0,4, dengan nilai tertinggi sebesar 0,986 (soal nomor 10) dan terendah sebesar 0,888 (soal nomor 2). Dengan demikian, kesepuluh soal dalam instrumen pretest tergolong memiliki daya pembeda yang baik, karena mampu secara efektif membedakan tingkat kemampuan siswa, dan layak digunakan dalam penelitian ini.

Uji tingkat kesukaran bertujuan untuk mengetahui sejauh mana siswa mampu menjawab soal, dilihat dari sudut pandang respon siswa, bukan pembuat soal. Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.16, diketahui bahwa soal nomor 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, dan 10 memiliki nilai P antara 0,30 hingga 0,70, sehingga dikategorikan sebagai soal dengan tingkat kesukaran sedang. Sementara itu, soal nomor 4 dan 9 memiliki nilai $P >$ 0,70, sehingga tergolong mudah. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar butir soal memiliki tingkat kesukaran yang proporsional dan sesuai untuk mengukur kemampuan siswa secara efektif dalam konteks pembelajaran.

Table 7 Hasil Uji Validitas Posttest

No	r_{tabel}	r_{hitung}	Keterangan	Kategori
1	0,632	0,894	Valid	Tinggi
2	0,632	0,743	Valid	Cukup
3	0,632	0,885	Valid	Tinggi
4	0,632	0,715	Valid	Cukup
5	0,632	0,781	Valid	Tinggi
6	0,632	0,832	Valid	Tinggi
7	0,632	0,715	Valid	Cukup
8	0,632	0,900	Valid	Tinggi
9	0,632	0,795	Valid	Tinggi

10	0,632	0,826	Valid	Tinggi
----	-------	-------	-------	--------

Uji validitas soal posttest dilakukan untuk mengetahui sejauh mana butir soal dapat mengukur hasil belajar secara sah. Dalam penelitian ini, 10 butir soal uraian dianalisis menggunakan teknik korelasi Product Moment dengan tingkat signifikansi 5%. Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.17, diketahui bahwa seluruh soal memiliki $r_{hitung} > r_{tabel}$ (0,632), sehingga seluruh butir soal dinyatakan valid. Hasil ini menunjukkan bahwa setiap soal mampu mengukur indikator kemampuan HOTS dengan tepat sesuai indikator Ennis. Oleh karena itu, instrumen soal layak digunakan dalam proses pengukuran kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Uji reliabilitas dilakukan untuk mengukur konsistensi dan keterpercayaan instrumen soal. Penelitian ini menggunakan rumus Alpha Cronbach dengan taraf signifikansi 5%. Berdasarkan hasil perhitungan yang ditampilkan pada Tabel 4.19, nilai r_{hitung} sebesar 0,941, sedangkan r_{tabel} sebesar 0,632. Karena $r_{hitung} > r_{tabel}$, maka instrumen dinyatakan reliabel. Nilai reliabilitas yang tinggi ini menunjukkan bahwa instrumen soal memiliki stabilitas dan konsistensi yang baik dalam mengukur kemampuan siswa, sehingga layak digunakan dalam penelitian ini.

Uji daya pembeda dilakukan untuk mengetahui sejauh mana setiap butir soal mampu membedakan antara siswa berkemampuan tinggi dan rendah. Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.20, seluruh butir soal memiliki nilai daya pembeda di atas 0,4, dengan nilai tertinggi sebesar 0,871 (soal nomor 8) dan terendah 0,647 (soal nomor 4 dan 7). Dengan demikian, semua soal termasuk dalam kategori baik, karena memiliki kemampuan diskriminatif yang memadai untuk membedakan tingkat kemampuan siswa secara efektif. Hal ini menunjukkan bahwa soal yang digunakan layak untuk mengukur variasi tingkat kemampuan HOTS siswa.

Uji tingkat kesukaran dilakukan untuk menilai sejauh mana siswa mampu menjawab setiap butir soal, dilihat dari perspektif siswa. Berdasarkan Tabel 4.21, diketahui bahwa soal nomor 5 memiliki nilai P antara 0,30–0,70 sehingga dikategorikan sedang. Sementara itu, soal nomor 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, dan 10 memiliki nilai $P > 0,70$, sehingga termasuk dalam kategori mudah. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar soal cenderung mudah bagi siswa, meskipun masih terdapat variasi tingkat kesukaran yang cukup untuk membedakan kemampuan siswa. Soal dengan tingkat kesukaran sedang dapat tetap dipertahankan untuk meningkatkan kualitas pengukuran.

Table 8 Hasil Uji Normalitas

Tests of Normality

	Kelas	Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.
Hasil Kemampuan HOTS	Pretest Eksperimen	.945	18	.358
	Posttest Eksperimen	.850	18	.008
	Pretest Kontrol	.951	18	.439
	Posttest Kontrol	.947	18	.377

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Uji normalitas dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil pretest dan posttest dari kelas eksperimen dan kontrol berdistribusi normal. Pengujian menggunakan uji Shapiro-Wilk, sesuai karena jumlah sampel tiap kelompok kurang dari 50 siswa. Dasar pengambilan keputusan adalah: jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka data berdistribusi normal; jika $< 0,05$ maka tidak normal. Berdasarkan Tabel 4.28, diperoleh hasil bahwa data pretest kelas eksperimen (0,358), posttest kelas kontrol (0,377), dan pretest kelas kontrol (0,439) menunjukkan distribusi normal. Namun, posttest kelas eksperimen memiliki nilai signifikansi 0,008, yang berarti tidak berdistribusi normal. Hasil ini diperkuat secara visual melalui grafik Q-Q Plot, di mana titik-titik pada data posttest kelas eksperimen menyimpang dari garis diagonal. Dengan demikian, analisis hipotesis selanjutnya akan mempertimbangkan penggunaan uji non-parametrik khususnya untuk data posttest kelas eksperimen yang tidak berdistribusi normal.

Table 9 Uji Homogenitas
Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Kemampuan HOTS	Based on Mean	.013	1	34	.909
	Based on Median	.026	1	34	.874
	Based on Median and with adjusted df	.026	1	33.978	.874
	Based on trimmed mean	.017	1	34	.898

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah varians dari dua kelompok data (kelas eksperimen dan kontrol) berasal dari populasi yang sama atau tidak. Dalam penelitian ini, digunakan uji Levene dengan taraf signifikansi 5% dan perhitungan berdasarkan mean, median, dan trimmed mean. Berdasarkan Tabel 4.29, diperoleh nilai signifikansi sebagai berikut: mean = 0,909, median = 0,874, trimmed mean = 0,898. Seluruh nilai signifikansi $> 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa varians data kedua kelompok homogen. Dengan demikian, syarat homogenitas terpenuhi dan penggunaan uji statistik parametrik dalam analisis selanjutnya dapat dibenarkan.

Table 10 Uji t-tes

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Kemampuan HOTS	Equal variances assumed	.013	.909	19.487	34	.000	23.75000	1.21875	21.27321	26.22679
	Equal variances not assumed			19.487	33.960	.000	23.75000	1.21875	21.27310	26.22690

Uji independent sample t-test digunakan untuk mengetahui efektivitas strategi pembelajaran Scaffolding berbasis aplikasi PhET dalam meningkatkan kemampuan HOTS siswa kelas XI MA I'anatul Qur'an. Berdasarkan Tabel 4.30, nilai signifikansi Levene's Test sebesar $0,909 > 0,05$, sehingga asumsi homogenitas terpenuhi dan digunakan baris equal variances assumed. Hasil uji-t menunjukkan nilai signifikansi (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara hasil HOTS siswa kelas eksperimen dan kontrol. Nilai rata-rata selisih skor HOTS antara kedua kelompok adalah 23,75 poin, dengan interval kepercayaan 95% antara 21,27 hingga 26,23. Ini menunjukkan bahwa strategi pembelajaran Scaffolding berbasis aplikasi PhET memberikan pengaruh nyata dalam meningkatkan kemampuan HOTS siswa. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima, baik untuk hipotesis perbedaan maupun peningkatan, artinya terdapat perbedaan dan peningkatan signifikan kemampuan HOTS siswa setelah menggunakan strategi pembelajaran Scaffolding.

Table 11 Uji Mann-Whitney
Test Statistics^a

	Hasil Kemampuan HOTS
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	171.000
Z	-5.174
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 ^b

a. Grouping Variable: Kelas

b. Not corrected for ties.

Berdasarkan hasil uji normalitas sebelumnya, diketahui bahwa data posttest kelas eksperimen tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji non-parametrik Mann-Whitney U. Berdasarkan Tabel 4.31, diperoleh nilai Asymp. Sig. (2-tailed) = 0,000, yang berarti $< 0,05$, sehingga menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara hasil kemampuan HOTS siswa kelas eksperimen dan kontrol. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa hipotesis alternatif (H_1) diterima, yaitu terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan strategi pembelajaran Scaffolding berbasis aplikasi PhET terhadap peningkatan kemampuan HOTS siswa.

Uji N-Gain digunakan untuk mengetahui tingkat peningkatan kemampuan HOTS siswa setelah perlakuan. Berdasarkan Tabel 4.33, rata-rata skor N-Gain pada kelas eksperimen sebesar 79,79%, termasuk dalam kategori cukup efektif, dengan skor minimal 38,39% dan maksimal 100%. diperoleh nilai efektivitas sebesar 2,07, yang berarti lebih dari 1, sehingga menunjukkan bahwa strategi pembelajaran Scaffolding berbasis aplikasi PhET lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa strategi ini efektif dalam meningkatkan kemampuan HOTS siswa kelas XI MA I'anatul Qur'an.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan interpretasi data, dapat disimpulkan: Penerapan strategi pembelajaran Scaffolding di kelas XI MA I'anatul Qur'an berlangsung secara sistematis melalui tahapan bantuan bertahap dari guru. Strategi ini efektif memfasilitasi siswa dalam menyelesaikan soal-soal berpikir tingkat tinggi (HOTS) melalui petunjuk, arahan, dan umpan balik yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa. Profil kemampuan HOTS siswa meningkat setelah diterapkannya strategi Scaffolding, khususnya pada indikator menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Kelas eksperimen menunjukkan peningkatan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, sebagaimana ditunjukkan oleh perbandingan skor pretest dan posttest. Efektivitas strategi Scaffolding terbukti melalui hasil uji statistik. Uji-t menunjukkan signifikansi 0,000, begitu pula dengan uji Mann-Whitney, yang keduanya mengindikasikan perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol. Nilai efektivitas N-Gain sebesar 2,07 (>1) juga menunjukkan bahwa strategi ini lebih efektif daripada pembelajaran konvensional. Peningkatan kemampuan HOTS terjadi secara signifikan, baik secara statistik maupun substansial. Peningkatan ini tampak dari rata-rata skor posttest yang lebih tinggi dan hasil N-Gain yang menunjukkan peningkatan nyata setelah diterapkannya strategi pembelajaran Scaffolding berbasis aplikasi PhET.

DAFTAR PUSTAKA

- Alisya Dwi Fatmawati et al., "Penggunaan E-Scaffolding Fisika Sebagai Media Pembelajaran Guna Meningkatkan Problem Solving Skill Dan Sikap Ilmiah Mahasiswa Rumpun Fisika," *Jurnal Majemuk* 3, no. 1 (2024): 64–73, <http://jurnalilmiah.org/journal/index.php/majemuk>.
- Dina Maulina, Aulia Rohali, and Ismi Rakhmawati, "Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS) Siswa SMAN 16 Bandar Lampung Berdasarkan Perbedaan Level Akadmik," *Jurnal Metaedukasi: Jurnal Ilmiah Pendidikan* 4, no. 2 (2023): 102–11, <https://doi.org/10.37058/metaedukasi.v4i2.8398>.

- Eka Desiriah et al., “TINJAUAN LITERATUR PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI (HOTS) FISIKA DI SMA” 7, no. 1 (2021).
- Erlin Eveline and Suparno Suparno, “Analisis Higher Order Thinking Skills (HOTS) Siswa Sekolah Menengah Atas Di Kota Pontianak,” *QUANTUM: Jurnal Pembelajaran IPA Dan Aplikasinya* 1, no. 1 (2021): 13–18, <https://doi.org/10.46368/qjipia.v1i1.311>.
- Eveline and Suparno, “Analisis Higher Order Thinking Skills (HOTS) Siswa Sekolah Menengah Atas Di Kota Pontianak.”
- Lestari Eko Wahyudi et al., “Mengukur Kualitas Pendidikan Di Indonesia,” *Ma’arif Journal of Education, Madrasah Innovation and Aswaja Studies* 1, no. 1 (2022): 18–22, <https://doi.org/10.69966/mjemias.v1i1.3>.
- Mariana Jediut, Eliterius Sennen, and Carolina Vebri Ameli, “Manfaat Media Pembelajaran Digital Dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa SD Selama Masa Covid-19. *Jurnal Literasi Pendidikan Dasar*. Vol. 2. No. 2,” *Jurnal Literasi Pendidikan Dasar* Vol. 2, No. 2, 2021 ISSN: 2, no. 2 (2021): 2–5.
- Mohammad Nurul Hajar and Abdur Rahman, “Analisis Kemampuan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal-Soal HOTS Tipe PISA Ditinjau Dari Prestasi Belajar Matematika Sekolah,” *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika (JIPM)* 1, no. 2 (2020): 85–96, <https://doi.org/10.36379/jipm.v1i2.50>.
- Rambu Ririnsia Harra Hau, “Kajian Tentang Physics Education Technology (PhET) Dalam Pembelajaran Fisika,” *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains* 3, no. 1 (2012): 1–9.
- Regina Nurul Sakinah and Prihantini, “Urgensi Penerapan Pembelajaran Berbasis HOTS Di Sekolah Dasar,” *Jurnal Pendidikan Tambusai* 6, no. 2 (2022): 9350–56.