

Pengaruh STEAM QUEST terhadap Keterlibatan, Berpikir Kritis, Hasil Belajar, dan Respons Gender

Muhammad Ariyansyah Noor^{1*}, Suciati², Suyadi³

¹Magister Pendidikan Dasar, Universitas Terbuka, Jakarta, Indonesia

²Fakultas Pendidikan dan Keguruan, Universitas Terbuka, Jakarta, Indonesia

³Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Borneo, Tarakan, Indonesia

*Corresponding Author: mariyansyah60@gmail.com

Article History:

Received 2025-11-27

Accepted 2026-01-20

Keywords:

STEAM QUEST

Student Engagement

Critical Thinking

Learning Outcome

Gender Response

ABSTRACT

This research is motivated by the low levels of student engagement and critical thinking skills observed in conventional learning, which tends to be passive. The objective of this study was to analyze the influence of the STEAM approach on student engagement, critical thinking skills, and learning outcomes in the Natural and Social Sciences (IPAS) subject, as well as to examine gender-based responses. This study employed a quasi-experimental method with a nonequivalent control group design. The research was conducted at SD Negeri 034 Kampung Bugis, involving 53 fourth-grade students. The sample was divided into an experimental class applying the innovative STEAM QUEST learning model comprising the stages of Question, Understand, Explore, Solve, and Tell, a control class utilizing conventional learning. Data on critical thinking skills and learning outcomes were collected through pre-tests and post-tests, while student engagement data were gathered using a questionnaire at the end of the study. The results indicate that the STEAM approach had a significant and superior influence on all three variables. There were significant differences in engagement with a p-value of 0.002, improvement in critical thinking skills showing an N-Gain of 0.41 in the medium category for the experimental class versus 0.26 in the control class with a p-value of 0.032, and learning outcomes with a p-value of 0.002. Gender analysis revealed that this approach created a more inclusive learning environment, evidenced by the narrowing of the gender gap. It is concluded that STEAM-based learning is significantly more effective in improving these aspects compared to conventional learning and fosters more balanced participation between genders.

Kata Kunci:

STEAM QUEST

Keterlibatan

Berpikir Kritis

Hasil Belajar

Respons Gender

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya keterlibatan dan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran konvensional yang cenderung pasif. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh pendekatan STEAM terhadap keterlibatan, kemampuan berpikir kritis, dan hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS), serta mengkaji respons berdasarkan gender. Metode yang digunakan adalah quasi-experimental dengan desain kelompok kontrol nonekuivalen. Penelitian dilaksanakan di SD Negeri 034 Kampung Bugis, melibatkan 53 peserta didik kelas IV. Sampel dibagi menjadi kelas eksperimen yang menerapkan model pembelajaran inovatif STEAM QUEST meliputi tahap Question (pertanyaan ajaib), Understand (berburu jawaban), Explore (membuat model), Solve (uji coba), dan Tell (bagikan cerita), kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional. Data kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar dikumpulkan melalui tes awal dan tes akhir, sedangkan data keterlibatan dikumpulkan menggunakan angket pada akhir penelitian. Teknik analisis data meliputi perhitungan Normalized Gain (N-Gain) untuk mengukur peningkatan, serta uji statistik inferensial Independent Samples t-test

dan Effect Size (Cohen's d) untuk menguji signifikansi dan besaran pengaruh. Hasil penelitian menunjukkan pendekatan STEAM memberikan pengaruh signifikan dan lebih unggul pada ketiga variabel. Terdapat perbedaan signifikan dalam keterlibatan dengan nilai $p = 0,002$, peningkatan kemampuan berpikir kritis dengan N-Gain 0,41 kategori sedang di kelas eksperimen berbanding 0,26 di kelas kontrol serta nilai $p = 0,032$, dan hasil belajar dengan nilai $p = 0,002$. Analisis gender menunjukkan pendekatan ini menciptakan lingkungan belajar yang lebih inklusif dengan menyempitnya kesenjangan gender. Disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis STEAM secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan aspek-aspek tersebut dibandingkan pembelajaran konvensional, serta mendorong partisipasi yang lebih seimbang antargender.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan di abad ke-21 menuntut penguasaan keterampilan 4C (Critical Thinking, Creativity, Collaboration, Communication), di mana berpikir kritis menjadi pilar utamanya dalam menghadapi kompleksitas tantangan global. Meskipun urgensi ini telah disadari, praktik pembelajaran di ruang kelas Indonesia sering kali masih didominasi metode konvensional seperti ceramah satu arah yang berpusat pada guru (teacher-centered). Model pembelajaran pasif ini terbukti berkontribusi pada stagnasi keterampilan berpikir kritis dan rendahnya keterlibatan peserta didik. Kondisi ini tentu kontradiktif dengan semangat implementasi Kurikulum Merdeka dan pengenalan mata pelajaran IPAS (Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial) yang secara eksplisit menuntut pergeseran paradigma menuju pembelajaran yang lebih terintegrasi, kontekstual, dan memberdayakan siswa sebagai subjek belajar.

Sebagai respons strategis terhadap tantangan tersebut, pendekatan Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM) menawarkan kerangka kerja pembelajaran integratif yang komprehensif. Melalui pendekatan inkuiri dan pemecahan masalah nyata, STEAM mendorong siswa untuk tidak sekadar menghafal fakta, melainkan mengonstruksi pengetahuan secara aktif (constructivism). Berbagai penelitian mutakhir (state of the art) telah mengonfirmasi dampak positif pendekatan ini. Studi empiris menunjukkan efektivitas STEAM dalam meningkatkan hasil belajar ((Umami et al., 2023)), menstimulasi Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi/HOTS (Mardlotillah et al., 2020), serta memperkuat keterlibatan afektif dan kognitif peserta didik (Bassachs et al., 2020; Cooke, 2022; Maričić & Lavicza, 2024)).

Meskipun literatur mengenai manfaat STEAM cukup melimpah, masih terdapat kesenjangan penelitian yang signifikan dan menjadi dasar kebaruan ilmiah artikel ini. Pertama, banyak penelitian sebelumnya belum menjabarkan secara sistematis bagaimana tahapan pembelajaran STEAM yang kompleks dapat disederhanakan menjadi langkah praktis yang ramah anak di tingkat sekolah dasar. Upaya strukturisasi sebenarnya telah dirintis, salah satunya oleh (Arsy, 2021) yang menawarkan kerangka kerja lima tahapan: Refleksi (identifikasi masalah), Riset (pengumpulan informasi), Penemuan (perancangan solusi), Aplikasi (uji produk), dan Presentasi (penyampaian hasil). Meskipun model tersebut memberikan fondasi yang baik, penelitian ini memandang perlu adanya modifikasi terminologi dan alur agar lebih intuitif bagi perkembangan kognitif siswa SD. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan model STEAM QUEST (Question, Understand, Explore, Solve, Tell) sebagai penyempurnaan adaptif dari model sebelumnya untuk mengurai kompleksitas pembelajaran integratif menjadi langkah pedagogis yang lebih terstruktur dan mudah direplikasi.

Kedua, dan yang menjadi urgensi utama, kajian mengenai bagaimana STEAM memengaruhi respons gender di konteks lokal Indonesia masih sangat terbatas. Secara historis, disiplin STEM kerap diwarnai stereotip maskulin yang berpotensi membatasi partisipasi dan kepercayaan diri siswa perempuan. Di Indonesia, tantangan ini diperumit oleh perbedaan gaya kognitif antar gender. (Sukarma et al, 2019) dalam studinya menyoroti bahwa gender memainkan peran penting dalam membentuk karakter berpikir siswa, di

mana laki-laki cenderung lebih dominan dalam berpikir analitis dan fleksibel, sedangkan perempuan sering kali menghadapi tantangan dalam pemikiran logis-abstrak namun memiliki keunggulan dalam regulasi emosi dan verbal. Jika pembelajaran sains hanya menekankan logika murni tanpa jembatan yang inklusif, kesenjangan ini akan semakin lebar. Walaupun studi global mengindikasikan bahwa integrasi elemen seni (Art) dalam STEAM berpotensi menyeimbangkan perbedaan gaya kognitif tersebut dan menciptakan lingkungan yang lebih inklusif (Pedrosa De Souza & Ferreira, 2025; Soto et al., 2024), data empiris mengenai dampaknya terhadap kesenjangan capaian antara siswa laki-laki dan perempuan di ruang kelas Indonesia masih sangat dibutuhkan untuk memvalidasi asumsi tersebut.

Berdasarkan kesenjangan teoretis dan praktis tersebut, permasalahan utama penelitian ini adalah apakah penerapan model STEAM QUEST yang sistematis lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional, dan bagaimana model tersebut memengaruhi dinamika capaian berdasarkan gender. Hipotesis yang diajukan adalah terdapat perbedaan signifikan pada keterlibatan siswa, kemampuan berpikir kritis, dan hasil belajar antara kelompok yang dibelajarkan dengan STEAM QUEST dibandingkan kelompok konvensional.

Oleh karena itu, tujuan kajian artikel ini adalah untuk menganalisis secara kuantitatif efektivitas model STEAM QUEST terhadap tiga variabel utama (keterlibatan, berpikir kritis, dan hasil belajar), serta mengkaji secara spesifik dinamika respons berdasarkan jenis kelamin. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan pedagogi yang tidak hanya efektif secara akademis, tetapi juga menjunjung prinsip keadilan (equity), sejalan dengan visi nasional untuk mencetak Generasi Emas 2045 yang cerdas, berkarakter, dan berdaya saing global.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan metode quasi-experimental melalui desain Nonequivalent Control Group Design. Desain ini dipilih karena intervensi dilakukan pada rombongan belajar yang sudah terbentuk secara alami di sekolah, sehingga randomisasi murni terhadap subjek tidak dimungkinkan. Penelitian dilaksanakan di SD Negeri 034 Kampung Bugis, Kota Tarakan, pada Semester Ganjil Tahun Ajaran 2024/2025. Populasi penelitian mencakup seluruh siswa kelas IV yang berjumlah 53 siswa. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik sampling jenuh, di mana seluruh anggota populasi dijadikan sampel penelitian yang terbagi menjadi dua kelas, yaitu Kelas IVA sebagai kelas eksperimen dengan jumlah 26 siswa yang terdiri dari 13 laki-laki dan 13 perempuan, serta Kelas IVB sebagai kelas kontrol dengan jumlah 27 siswa yang terdiri dari 15 laki-laki dan 12 perempuan.

Variabel independen dalam penelitian ini adalah model pembelajaran, sedangkan variabel dependen meliputi keterlibatan (engagement), kemampuan berpikir kritis, dan hasil belajar kognitif. Intervensi pembelajaran difokuskan pada mata pelajaran IPAS materi Wujud Zat dan Perubahannya. Topik ini dipilih karena karakteristik materi yang membutuhkan pemahaman konsep abstrak dan eksperimen konkret. Kelas eksperimen menerima perlakuan model STEAM QUEST (modifikasi sintaks: Question, Understand, Explore, Solve, Tell) selama empat kali pertemuan. Sedangkan kelas kontrol menerima pembelajaran konvensional (Direct Instruction) dengan metode ceramah dan penugasan buku paket dalam durasi dan materi yang sama. Penelitian mematuhi protokol etika dengan mengantongi izin tertulis dari sekolah dan memastikan anonimitas data siswa (informed consent).

Pengumpulan data dilakukan menggunakan tiga instrumen utama: (1) Angket keterlibatan peserta didik yang diadaptasi dari instrumen (Fredricks et al., 2004) mencakup dimensi perilaku, emosional, dan kognitif (skala Likert 1-4); (2) Tes kemampuan berpikir kritis berupa 10 soal uraian yang dikembangkan berdasarkan indikator Ennis (Maknun, 2020); dan (3) Tes hasil belajar kognitif berupa 25 soal pilihan ganda berstandar Taksonomi Bloom revisi. Sebelum digunakan, seluruh instrumen telah melalui proses adaptasi

dan validasi isi yang melibatkan ahli materi serta praktisi pendidikan (guru dan kepala sekolah) untuk memastikan keterbacaan bahasa dan kesesuaian indikator dengan konteks budaya serta kognitif siswa sekolah dasar di Tarakan. Setelah divalidasi ahli, uji coba empiris menunjukkan instrumen tes berpikir kritis dan hasil belajar sepenuhnya valid, sedangkan pada angket keterlibatan terdapat 42 item valid dari 50 item. Uji reliabilitas mengonfirmasi konsistensi yang Sangat Tinggi dengan koefisien Cronbach's Alpha bergerak pada rentang 0,835 hingga 0,936.

Analisis data dilakukan berbantuan perangkat lunak IBM SPSS versi 27. Analisis diawali dengan statistik deskriptif untuk memberikan gambaran profil data yaitu mean dan standar deviasi. Selanjutnya, dilakukan uji prasyarat analisis (uji asumsi klasik) yang meliputi uji normalitas data menggunakan teknik Shapiro-Wilk mengingat ukuran sampel kurang dari 50 dan uji homogenitas varians menggunakan Levene's Test untuk memastikan data kedua kelompok setara. Setelah asumsi normalitas dan homogenitas terpenuhi, pengujian hipotesis efektivitas model dilakukan menggunakan uji Independent Samples t-test pada data N-Gain score dengan taraf signifikansi 0,05. Selain itu, untuk menjawab rumusan masalah mengenai aspek gender, dilakukan analisis komparatif tambahan menggunakan uji beda rata-rata terpisah (Independent Samples t-test atau Mann-Whitney U jika data tidak normal) pada masing-masing kelompok. Terakhir, ukuran dampak (Effect Size) dihitung menggunakan rumus Cohen's d untuk menginterpretasi seberapa kuat pengaruh yang diberikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini memaparkan temuan empiris mengenai pengaruh model pembelajaran STEAM QUEST dibandingkan dengan model konvensional (*Direct Instruction*). Data disajikan dalam empat bagian utama: (1) Analisis deskriptif dan peningkatan kemampuan (*N-Gain*), (2) Pengujian hipotesis statistik, (3) Analisis komparatif respons gender, dan (4) observasi proses.

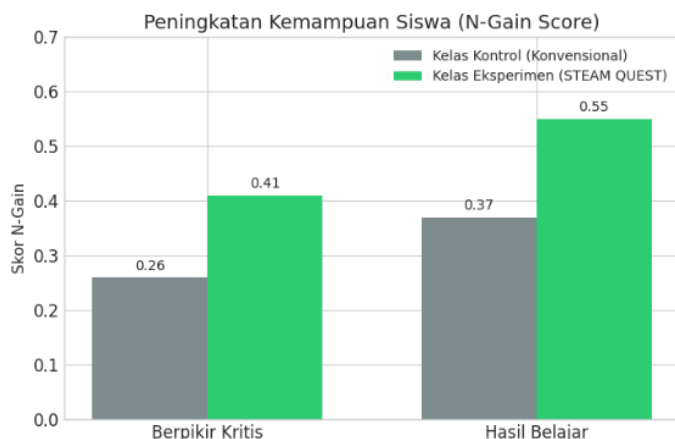
1. Analisis deskriptif dan peningkatan kemampuan (*N-Gain*)

Data deskriptif pada Tabel 1 merangkum capaian rata-rata peserta didik pada tahap awal (pretest) dan tahap akhir (posttest). Secara umum, kedua kelompok memulai dengan kemampuan awal yang relatif setara, namun menunjukkan perbedaan capaian akhir yang signifikan.

Tabel 1. Statistik Deskriptif dan Peningkatan Skor (N-Gain)

Variabel	Kelas	Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	N-Gain	Kategori Peningkatan
Berpikir Kritis	Kontrol	33,41	50,59	0,26	Rendah
	Eksperimen	33,12	60,62	0,41	Sedang
Hasil Belajar	Kontrol	34,81	59,11	0,37	Sedang
	Eksperimen	36,54	71,69	0,55	Sedang

Berdasarkan Tabel 1, kelas eksperimen menunjukkan peningkatan rata-rata kemampuan yang lebih unggul dibandingkan kelas kontrol. Hal ini terindikasi dari skor N-Gain variabel berpikir kritis kelas eksperimen yang berhasil mencapai kategori Sedang pada 0,41, sementara kelas kontrol tertahan di kategori Rendah yaitu 0,26. Disparitas peningkatan capaian antara kedua kelompok tersebut divisualisasikan lebih lanjut pada Gambar 1.



Gambar 1. Visualisasi perbandingan peningkatan kemampuan siswa (N-Gain Score)

Visualisasi pada Gambar 1 mempertegas konsistensi keunggulan kelas STEAM QUEST (ditunjukkan oleh batang hijau) pada kedua variabel kognitif. Selain dominasi pada aspek berpikir kritis, keunggulan signifikan juga terlihat pada aspek hasil belajar, di mana kelas STEAM mencatatkan skor N-Gain 0,55, melampaui kelas kontrol yang memperoleh skor 0,37. Selisih capaian ini mengonfirmasi hipotesis bahwa tahapan hands-on dan eksplorasi aktif dalam model STEAM QUEST lebih efektif dalam memfasilitasi pemahaman konsep dan retensi pengetahuan dibandingkan model konvensional (Direct Instruction).

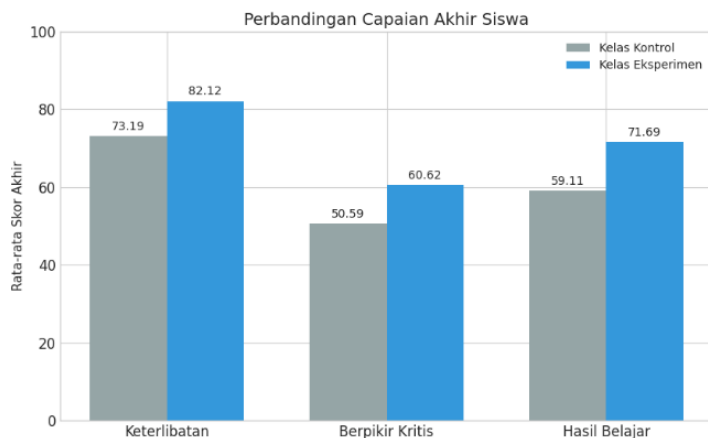
2. Pengujian hipotesis statistik

Pembuktian efektivitas model dilakukan melalui analisis statistik inferensial menggunakan uji Independent Samples t-test. Hasil analisis mengonfirmasi bahwa penerapan model STEAM QUEST memberikan dampak yang signifikan dibandingkan pembelajaran konvensional pada seluruh variabel terikat. Ringkasan hasil pengujian hipotesis, yang dilengkapi dengan perhitungan besaran dampak (effect size) menggunakan Cohen's d, disajikan secara rinci dalam Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan Uji Hipotesis

Variabel	Mean Difference	Sig. (2-tailed)	Cohen's d	Kategori Efek	Keputusan
Keterlibatan	8,93	0,002	0,88	Besar	Signifikan
Berpikir Kritis	10,02	0,032	0,60	Sedang	Signifikan
Hasil Belajar	12,58	0,002	0,91	Besar	Signifikan

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa ketiga hipotesis diterima dengan nilai signifikansi $p < 0,05$. Selain signifikansi statistik, besaran dampak (effect size) yang berada pada kategori besar khususnya untuk variabel Keterlibatan dan Hasil Belajar mengindikasikan bahwa intervensi STEAM memberikan perubahan praktis yang nyata dalam pembelajaran. Temuan statistik mengenai dampak yang besar tersebut terkonfirmasi secara visual melalui Gambar 2. Grafik ini memberikan gambaran langsung mengenai disparitas capaian akhir siswa, di mana kelas eksperimen secara konsisten menjulang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

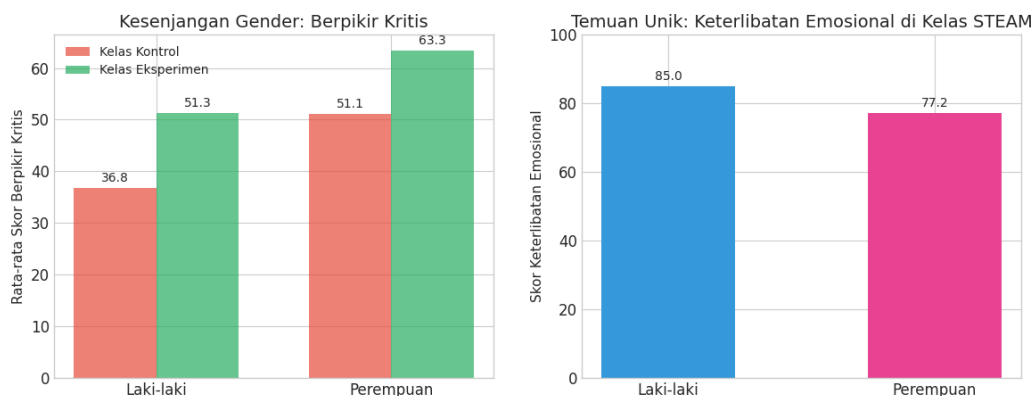


Gambar 2. Visualisasi perbandingan pencapaian akhir siswa

Berdasarkan visualisasi di atas, keunggulan praktis model STEAM terlihat paling mencolok pada aspek Hasil Belajar, dengan selisih rata-rata yang lebar yaitu 71,69 dengan 59,11, serta pada Keterlibatan pada 82,12 dengan 73,19. Jarak vertikal yang signifikan antara batang biru dan abu-abu ini memvalidasi hasil perhitungan effect size pada Tabel 2, membuktikan bahwa model STEAM QUEST secara efektif mengangkat performa siswa ke level yang lebih tinggi dibandingkan pembelajaran konvensional.

3. Analisis komparatif respons gender dan observasi proses.

Analisis lanjutan dilakukan untuk mengevaluasi dinamika respons siswa laki-laki dan perempuan terhadap model pembelajaran yang diterapkan. Analisis ini membedah bagaimana kedua kelompok gender merespons perlakuan yang berbeda, sebagaimana divisualisasikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Dinamika Gender: (a) Kesenjangan Berpikir Kritis, (b) Keterlibatan Emosional

Grafik batang menunjukkan laki-laki lebih tinggi pada Keterlibatan Emosional di kelas STEAM, sementara pada Berpikir Kritis skor laki-laki dan perempuan relatif berimbang dibandingkan kelas kontrol. Temuan visual pada Gambar 3 diperkuat dengan pembuktian statistik yang disajikan dalam Tabel 3. Data ini mengungkap adanya pergeseran pola interaksi yang signifikan dan fundamental terkait inklusivitas model.

Tabel 3. Uji Perbandingan Gender (Variabel Signifikan)

Kelas	Variabel	Mean Difference	Sig. (2-tailed)	Temuan Kunci
Kontrol	Berpikir Kritis	-14,28	0,024	Perempuan > Laki-laki (Kesenjangan Signifikan)
Eksperimen	Berpikir Kritis	-12,00	0,109	Tidak Signifikan (Kesenjangan Menghilang)
Eksperimen	Keterlibatan Emosional	+7,82	0,021	Laki-laki > Perempuan (Laki-laki lebih terlibat)

Data antara visualisasi Gambar 3 dan uji statistik Tabel 3 mengungkap dua fenomena fundamental terkait dinamika gender dalam pembelajaran. Pertama, teridentifikasi adanya fenomena *Closing the Gap* atau penghapusan kesenjangan kognitif. Pada kelas konvensional, siswa perempuan mendominasi kemampuan berpikir kritis dengan perbedaan yang signifikan $p = 0,024$, namun intervensi model STEAM berhasil menjembatani kesenjangan tersebut sehingga perbedaan menjadi tidak signifikan secara statistik $p = 0,109$. Hal ini mengindikasikan bahwa STEAM menciptakan akses belajar yang lebih setara bagi kedua gender. Kedua, muncul temuan lonjakan afektif pada siswa laki-laki, di mana mereka menunjukkan keterlibatan emosional yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan perempuan $p = 0,021$. Tingginya keterlibatan ini mengisyaratkan bahwa aktivitas fisik dan rekayasa pada tahap Explore (Membuat Model) dalam STEAM QUEST sangat efektif dalam mengakomodasi gaya belajar siswa laki-laki yang cenderung kinestetik, sehingga meningkatkan keterikatan emosional mereka terhadap proses pembelajaran secara substansial.

4. Kualitas Proses Pembelajaran

Data statistik mengenai peningkatan hasil belajar di atas diperkuat dengan temuan kualitatif dari observasi keterlaksanaan pembelajaran. Observasi ini merekam dinamika interaksi antara guru dan siswa selama empat pertemuan. Ringkasan perbandingan proses pembelajaran antara kedua kelas disajikan dalam Tabel 4..

Tabel 4. Dinamika Proses Pembelajaran

Aspek Observasi	Kelas Eksperimen (STEAM QUEST)	Kelas Kontrol (Konvensional)
Model & Tahapan	5 Tahap: Question (Pertanyaan Ajaib), Understand (Berburu Jawaban), Explore (Membuat Model), Solve (Uji Coba) dan Tell (Bagikan Cerita)	Tahapan Direct Instruksional (5 Tahap): Pendahuluan, Penyajian Materi, Latihan Terbimbing, Latihan Mandiri dan Evaluasi.
Peran Guru	Fasilitator Aktif. Skor meningkat progresif. Guru fokus memfasilitasi pendampingan dan membimbing pembuatan model.	Penyampai Materi Dominan. Skor instruksional tinggi (3-4) namun guru dominan sebagai pusat informasi utama. Menunjukkan guru sejak awal sudah terbiasa mendominasi materi dengan pendekatan ceram dan instruksi..
Aktivitas Siswa	Kolaboratif & Progresif. Aktivitas meningkat signifikan dari skor 2 (pertemuan awal) menjadi 4 (pertemuan akhir) pada aspek "Berburu Jawaban" dan "Uji Coba".	Pasif & Individual. Aktivitas didominasi menyalin instruksi dan mendengar. Kemandirian siswa stagnan di skor 2 pada tiga pertemuan awal.
Tren Pembelajaran	Fase Adaptasi ke Penguasaan. Terjadi peningkatan konsisten dari fase	Disparitas Kinerja. Terjadi kesenjangan antara efektivitas mengajar guru yang

Tantangan	adaptasi (Pertemuan I-II) menuju fase penguasaan penuh (Pertemuan III-IV). Siswa awal mulanya kesulitan pada tahap "Pertanyaan Ajaib" (skor awal 1, akhir 3), menunjukkan butuh waktu menumbuhkan rasa ingin tahu.	tinggi dengan respons aktivitas siswa yang rendah/lambat. Rendahnya keterlibatan kognitif. Siswa cenderung pasif menunggu instruksi dan bekerja secara individual tanpa diskusi yang bermakna.
-----------	--	--

Berdasarkan Tabel 4, dinamika pembelajaran di Kelas Eksperimen menunjukkan tren yang sangat positif. Proses adaptasi siswa terhadap model STEAM QUEST terlihat jelas, di mana fase "Membuat Model" dan "Uji Coba" menjadi puncak aktivitas siswa dengan skor maksimal pada pertemuan akhir. Hal ini mengindikasikan bahwa pendekatan berbasis proyek mampu memicu partisipasi aktif siswa yang sebelumnya pasif. Namun, catatan khusus diberikan pada tahap "Pertanyaan Ajaib", di mana skor siswa bergerak lambat dari 1 ke 3, menandakan bahwa menstimulasi kemampuan bertanya kritis memerlukan pembiasaan yang lebih intensif dibandingkan aktivitas fisik.

Sebaliknya, pada Kelas Kontrol, terekam adanya kesenjangan yang tajam antara kinerja guru dan siswa. Meskipun guru mampu melaksanakan tahapan pembelajaran langsung (*Direct Instruction*) dengan sangat baik dan terstruktur, hal tersebut tidak serta-merta meningkatkan kualitas partisipasi siswa. Aktivitas siswa cenderung bersifat reseptif (menerima), seperti mendengarkan dan menyalin, dengan indikator kemandirian yang stagnan. Kondisi ini mengonfirmasi bahwa dominasi guru dalam metode konvensional berpotensi membatasi ruang gerak siswa untuk mengembangkan keterlibatan kognitif yang lebih dalam.

Pembahasan

Analisis mendalam terhadap temuan empiris mengonfirmasi bahwa penerapan model *STEAM QUEST* mampu mentransformasi dinamika pembelajaran IPAS secara fundamental, khususnya di tingkat sekolah dasar. Temuan ini membuktikan bahwa integrasi sistematis antara sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika tidak hanya efektif meningkatkan performa kognitif, tetapi juga berfungsi sebagai mekanisme pedagogis untuk menjembatani kesenjangan gender di kelas.

1. Mekanisme Saintifik di Balik Keterlibatan Siswa

Lonjakan signifikan pada keterlibatan siswa di kelas eksperimen dengan nilai r kurang dari 0,05 dan d sebesar -0,876 dapat diatribusikan secara langsung pada desain instruksional STEAM QUEST yang menggeser peran siswa dari penerima pasif menjadi kreator aktif. Data observasi menunjukkan bahwa fase *Explore* (Membuat Model) dan *Solve* (Uji Coba) menjadi titik kritis di mana keterlibatan perilaku dan kognitif mencapai puncaknya. Dalam fase ini, siswa terlibat dalam engineering design process yang menuntut investasi emosional dan intelektual tinggi untuk memecahkan masalah nyata. Hal ini selaras dengan temuan (Cooke, 2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis desain (*design thinking*) dalam STEAM menciptakan rasa kepemilikan (*ownership*) siswa terhadap proses belajar mereka. Berbeda dengan kelas kontrol yang didominasi metode ceramah (*Direct Instruction*) yang cenderung bersifat mengontrol (*controlling*), model STEAM memberikan ruang otonomi kepada siswa untuk bereksperimen dan menentukan solusi mereka sendiri. Kondisi ini memvalidasi kerangka kerja *Self Determination Theory* (SDT), yang mempostulatkan bahwa motivasi intrinsik dan kesejahteraan mental akan tumbuh subur ketika lingkungan sosial memenuhi kebutuhan psikologis dasar akan otonomi (*autonomy*) dan kompetensi (*competence*). Sebagaimana ditegaskan oleh (Ryan & Deci, 2000), lingkungan belajar yang mendukung otonomi (*autonomy-supportive*)—di mana siswa merasa memiliki kehendak (*volition*) atas tindakannya—secara alami akan memfasilitasi keterlibatan aktif, rasa ingin tahu, dan keinginan untuk menghadapi tantangan, berbeda dengan lingkungan yang mengontrol yang justru dapat melemahkan motivasi alami tersebut.

2. Konstruksi Berpikir Kritis dan Retensi Pengetahuan

Peningkatan kemampuan berpikir kritis yang lebih tinggi di kelas STEAM dengan perolehan skor N-Gain sebesar 0,41 dibandingkan kelas konvensional yang hanya mencapai skor 0,26 mengindikasikan bahwa keterampilan berpikir tingkat tinggi berkembang melalui tahapan STEAM QUEST yang terstruktur, bukan sekadar transfer informasi. Hal ini sejalan dengan konsep (Ennis, 2011) yang mendefinisikan berpikir kritis sebagai pemikiran reflektif yang masuk akal dan berfokus pada pengambilan keputusan tentang apa yang harus dipercayai atau dilakukan. Secara operasional, tahapan dalam STEAM QUEST melatih indikator spesifik dari taksonomi Ennis. Tahapan "Pertanyaan Ajaib" melatih siswa pada dimensi *Basic Clarification* atau Klarifikasi Dasar, khususnya dalam kemampuan memfokuskan pertanyaan (*focusing on a question*) untuk mengidentifikasi masalah inti. Sementara itu, tahapan "Berburu Jawaban" melatih dimensi *The Bases for a Decision* atau Dasar Pengambilan Keputusan melalui aktivitas menilai kredibilitas sumber informasi (*judging the credibility of a source*) dan melakukan observasi langsung. Dengan demikian, model STEAM QUEST tidak hanya mengajarkan konten sains, tetapi secara sistematis melatih disposisi dan kemampuan berpikir kritis siswa.

Temuan ini mendukung studi (Mardlotillah et al., 2020) yang menegaskan bahwa STEAM efektif menstimulasi Higher Order Thinking Skills (HOTS) karena mengharuskan siswa mengoneksikan konsep abstrak sains dengan solusi teknis konkret. Sejalan dengan itu, keunggulan hasil belajar kognitif dengan nilai d sebesar -0,905 membuktikan bahwa pembelajaran bermakna (*meaningful learning*) melalui proyek fisik memperkuat retensi pengetahuan jangka panjang dibandingkan metode hafalan (Umami et al., 2023).

3. Inklusivitas Gender: Closing the Gap dan Lonjakan Afektif

Kontribusi yang paling signifikan dari penelitian ini adalah terungkapnya pergeseran pola interaksi gender. Di kelas konvensional, siswa perempuan mendominasi capaian berpikir kritis secara signifikan dengan nilai signifikansi 0,024, sebuah fenomena yang konsisten dengan literatur yang menyebutkan bahwa metode instruksional verbal cenderung menguntungkan gaya belajar perempuan yang lebih terstruktur. Namun, intervensi STEAM berhasil menutup kesenjangan atau *Closing the Gap* tersebut, menjadikan perbedaan performa kognitif antara laki-laki dan perempuan tidak lagi signifikan dengan nilai 0,109.

Lebih jauh, terjadi Lonjakan Afektif pada siswa laki-laki, di mana keterlibatan emosional mereka meningkat drastis melampaui siswa perempuan dengan nilai signifikansi 0,021. Fenomena ini dapat dibedah secara mendalam melalui lensa *Experiential Learning Theory* dari David Kolb. Studi terbaru (Gaisey et al., 2024) menegaskan bahwa preferensi lingkungan belajar dapat bervariasi secara signifikan antar gender, di mana laki-laki cenderung unggul dalam lingkungan yang lebih dinamis dan eksperimental (*Active Experimentation*), sedangkan perempuan sering kali lebih maksimal dalam pengaturan yang reflektif. Dalam konteks kelas konvensional yang didominasi metode verbal-reflektif, preferensi gaya belajar alami siswa laki-laki ini sering kali terhambat. Oleh karena itu, pendekatan STEAM yang kaya akan aktivitas fisik dan rekayasa memfasilitasi transisi krusial dari pembelajaran pasif ke aktif, yang secara efektif mengakomodasi kebutuhan kognitif mereka dan memicu peningkatan keterlibatan yang drastis.

Lebih lanjut, temuan ini turut memvalidasi *Self-Determination Theory* dalam konteks gender. Lingkungan pembelajaran STEAM yang berbasis proyek menawarkan ruang otonomi serta pengembangan kompetensi teknis yang lebih luas dua kebutuhan psikologis fundamental yang dapat memacu motivasi intrinsik siswa laki-laki, yang kerap merasa terpinggirkan dalam struktur kelas tradisional yang kaku. Sinergi antara akomodasi gaya belajar eksperimental (Kolb) dan pemenuhan kebutuhan akan otonomi (Ryan & Deci, 2000) menjadi katalis utama di balik lonjakan signifikan keterlibatan emosional siswa laki-laki. Hal ini memperkuat argumen bahwa STEAM berpotensi menjadi strategi pedagogis yang efektif dalam mewujudkan keadilan gender (*gender equity*) pada pendidikan sains.

Kendati demikian, interpretasi terhadap temuan inklusivitas ini perlu disikapi dengan prinsip kehati-hatian. Mengingat penelitian ini dilaksanakan pada satu sekolah dengan karakteristik demografi yang spesifik, sementara konstruksi gender dan pola interaksi siswa sangat dipengaruhi oleh budaya sekolah

serta latar belakang sosiokultural, maka generalisasi temuan ini menuntut verifikasi lebih lanjut. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan yang melibatkan partisipan dari berbagai sekolah (multi-site) dengan karakteristik beragam (misalnya perbandingan sekolah perkotaan dan pedesaan) guna memastikan bahwa efek 'penyetaraan' yang dihasilkan oleh pendekatan STEAM bersifat universal dan bukan sekadar fenomena kasuistik

4. Realitas Implementasi: Tantangan Adaptasi Budaya Belajar

Meskipun terbukti efektif, data observasi mengungkap tantangan riil dalam transisi budaya belajar. Siswa yang terbiasa dengan pola "disuapi" pada awalnya mengalami kesulitan signifikan dalam mengambil inisiatif intelektual, terutama pada tahap merumuskan pertanyaan mendalam. Hal ini mengindikasikan bahwa keberhasilan STEAM sangat bergantung pada konsistensi guru dalam melakukan *scaffolding* untuk membangun resiliensi siswa menghadapi ketidakpastian dalam proses pemecahan masalah (Soto et al., 2024).

5. Diskusi Keberlanjutan Dampak (Sustainability)

Temuan ini memunculkan isu krusial mengenai persistensi dampak jangka panjang, khususnya terkait stabilitas peningkatan keterlibatan dan kemampuan berpikir kritis siswa seiring berjalannya waktu. Meskipun penelitian ini dibatasi oleh durasi intervensi empat pertemuan, landasan teori Deep Learning memberikan optimisme bahwa capaian ini dapat bertahan. Indikator kuantitatif berupa peningkatan signifikan pada N-Gain dan Effect Size kategori besar menegaskan bahwa perubahan performa siswa bukan sekadar Novelty Effect (efek kebaruan) sesaat. Melalui tahapan STEAM QUEST, siswa tidak hanya menghafal fakta, melainkan mengonstruksi struktur kognitif melalui pengalaman langsung (*experiential learning*). Pengetahuan yang diperoleh melalui pemecahan masalah dan rekayasa fisik seperti pada tahap Membuat Model cenderung tersimpan lebih kuat dalam memori jangka panjang (*long-term memory*) dibandingkan pengetahuan deklaratif hasil ceramah.

Kendati demikian, transformasi keterampilan berpikir kritis menjadi habituasi karakter yang permanen menuntut paparan terhadap pendekatan STEAM QUEST yang konsisten dan berkelanjutan. Apabila siswa kembali sepenuhnya ke metode konvensional pasca-penelitian, terdapat risiko degradasi pada tingkat keterlibatan (*engagement*). Oleh karena itu, keberlanjutan dampak sangat bergantung pada konsistensi integrasi pendekatan STEAM dalam kurikulum jangka panjang sekolah. Guna memvalidasi asumsi ini, penelitian lanjutan dengan durasi longitudinal dan jangkauan sampel lintas sekolah yang lebih luas sangat direkomendasikan, tidak hanya untuk menguji stabilitas dampak akademik, tetapi juga untuk memperkuat generalisasi temuan mengenai inklusivitas gender dalam konteks demografi yang beragam.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran STEAM QUEST secara signifikan lebih efektif dibandingkan pendekatan konvensional dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPAS di sekolah dasar. Secara empiris, intervensi ini terbukti memberikan pengaruh positif yang kuat terhadap tiga aspek fundamental: keterlibatan peserta didik, kemampuan berpikir kritis, dan hasil belajar kognitif. Hal ini mengindikasikan bahwa integrasi sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika melalui tahapan STEAM QUEST yang terstruktur mampu mengubah paradigma siswa dari penerima informasi pasif menjadi pembelajar yang aktif, analitis, dan mampu mengonstruksi pemahaman mereka sendiri secara bermakna.

Kontribusi kebaruan (*novelty*) yang signifikan dari penelitian ini terletak pada temuan mengenai dinamika gender. Pendekatan STEAM terbukti mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih inklusif dan seimbang, ditandai dengan keberhasilannya dalam meniadakan kesenjangan capaian berpikir kritis antara siswa laki-laki dan perempuan yang sebelumnya terlihat mencolok di kelas konvensional. Lebih jauh, model ini secara signifikan meningkatkan keterlibatan emosional siswa laki-laki, menjadikan STEAM sebagai

strategi pedagogis yang potensial dan teruji untuk mengatasi isu ketimpangan partisipasi serta mempromosikan kesetaraan gender (gender equity) dalam pendidikan sains.

Guna memperluas dampak praktis temuan ini, direkomendasikan pengembangan pedoman pedagogis yang aplikatif guna memfasilitasi adopsi luas model STEAM QUEST oleh guru sekolah dasar di Indonesia. Pedoman tersebut perlu mengintegrasikan strategi scaffolding yang konkret sebagai solusi atas tantangan teknis di lapangan, khususnya dalam menstimulasi inisiatif bertanya siswa. Dari sisi akademis, penelitian selanjutnya sangat disarankan untuk mengarah pada studi longitudinal guna menguji keberlanjutan (sustainability) dampak model dalam jangka panjang. Langkah ini krusial untuk memverifikasi apakah peningkatan kompetensi dan karakter yang terbentuk bersifat permanen atau menuntut intervensi yang berkelanjutan. Secara keseluruhan, STEAM QUEST hadir bukan sekadar sebagai metode pengajaran alternatif, melainkan sebagai instrumen transformatif untuk membentuk profil pelajar yang kompeten secara akademik, tangguh dalam pemecahan masalah, dan berkeadilan sosial.

5. REFERENSI

- Arsy, I., & Syamsulrizal, S. (2021). Pengaruh pembelajaran STEAM (Science, technology, engineering, arts, and mathematics) terhadap kreativitas peserta didik. *Biolearning Journal*, 8(1), 24–26. <https://doi.org/10.36232/jurnalbiolearning.v8i1.1019>
- Bassachs, M., Cañabate, D., Nogué, L., Serra, T., Bubnys, R., & Colomer, J. (2020). Fostering Critical Reflection in Primary Education through STEAM Approaches. *Education Sciences*, 10(12), 384, <https://doi.org/10.3390/educsci10120384>
- Cooke, S. (2022). The Impact of Design Thinking and Steam Learning on Student Engagement. *He Rourou*, 2(1), 109–125. <https://herourou.academyex.ac.nz/index.php/herourou/article/view/7153>
- Ennis, R. (2011). Critical Thinking: Reflection and Perspective Part I. *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*, 26(2), 4–18. <https://doi.org/10.5840/inquiryctnews20112613>
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Gaisey, I. K., Ntroaduro, A., Ofosuhene Peasah, B. S., Anane, C., Oduro, T., & Attila, F. L. (2024). Gender Differences on the Effects of Learning Environments on Academic Performance Among Tertiary Students. *Education & Youth Research - EYOR*, 4(2), 130–139. <https://doi.org/10.59041/eyor.1575270>
- Maknun, J. et al (2020). Implementation of Guided Inquiry Learning Model to Improve Understanding Physics Concepts and Critical Thinking Skill of Vocational High School Students. *International Education Studies*, 13(6), 117. <https://doi.org/10.5539/ies.v13n6p117>
- Mardlotillah, A. N., Suhartono, & Dimiyati. (2020). Pengaruh Pembelajaran STEAM Terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Pada Siswa Kelas V MI Hidayatul Mubtadi'in Jagalempeni. *JURNAL JPSD (Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar)*, 7(2), 157–167. <https://doi.org/10.26555/jpsd.v7i2.17280>
- Maričić, M., & Lavicza, Z. (2024). Enhancing student engagement through emerging technology integration in STEAM learning environments. *Education and Information Technologies*, 29(17), 23361–23389. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12710-2>
- Pedrosa de Souza, D. & Ferreira (2025), Potentials of the Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) education for gender inclusion in science: A systematic literature review, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 24, No. 1, 186–207
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being Self-Determination Theory. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037//0003-066x.55.1.68>

- Soto, P., López, V., Bravo, P., Urbina, C., Báez, T., Acum, F., Ipinza, R., Venegas, J., Jeldes, J. C., González, C., Lepe, S., & González, J. (2024). Towards a gendered STEAM education approach: building a comprehensive model to strengthen girls' and students with non-conforming gender identities' STEAM trajectories in Chilean public schools. *London Review of Education* , 22(1). <https://doi.org/10.14324/lre.22.1.06>
- Sukarma, I. K., Budayasa, I. K., & Suwarsono. (2019). Gender, cognitive style and its relationship with critical thinking. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, 9(5 Ser. IV), 62–67. <https://doi.org/10.9790/7388-0905046267>
- Umami, M. R., Saputra, H. J., & Kiswoyo, K. (2023). Efektivitas Pembelajaran Melalui STEAM Pada Kurikulum Merdeka Di SDN Palebon 01. *Wawasan Pendidikan*, 3(2), 669–678. <https://doi.org/10.26877/wp.v3i2.16277>