

Pengembangan Model STEAM Berbasis Cognition-Priming dalam Pembelajaran IPA Terpadu

Muhammad Zulham ^{1*}, Besse Herdiana ², Sukmawati ³

^{1, 2, 3} Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

* M.Zulham92@yahoo.co.id

Abstrak

Pembelajaran STEAM yang sukses bergantung pada interaksi pengaruh, kognisi, dan penerapan ide. Sederhananya, siswa yang tidak mau bertahan dalam upaya berbasis STEAM tidak akan tiba-tiba berkembang menjadi ilmuwan, matematikawan, insinyur, atau ilmuwan komputer, dan mereka juga tidak mencari kursus terkait STEAM atau karier berbasis STEAM. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki hasil konten, kognitif, dan afektif terkait dengan kurikulum terintegrasi STEAM dalam arena K-5. Tren saat ini dalam pengukuran pendidikan dan psikometri telah mulai mengatasi keterputusan buatan yang ada antara pengaruh, kognisi, dan hasil konten dalam literatur pendidikan sains. Metode yang digunakan untuk mengembangkan hasil penelitian ini adalah campuran metode kuantitatif untuk mengembangkan model pembelajaran yang terjadi di sekolah STEAM. Dengan menggunakan ANOVA, pemodelan persamaan struktural, dan analisis model, pemahaman terhadap permasalahan yang disajikan menjadi jelas. Analisis statistik model fit menunjukkan model fit yang memadai ($\chi^2(21)$ 30.91, p 0.075, CFI 0.94, TLI 0.93, RMSEA 0.04, SRMR 0.05). Koefisien struktural standar untuk jalur dari kelompok ke masing-masing konstruk signifikan secara statistik ($p < 0,05$) sehingga menunjukkan bahwa kedua kelompok berbeda dalam konstruk efikasi diri, minat sains, visualisasi spasial, dan rotasi mental. Estimasi besaran efek dari perbedaan rata-rata kelompok pada konstruksi yang signifikan secara statistik mengungkapkan efikasi diri (d 1,27, besar), minat sains (d 1,97, besar), visualisasi spasial (d 1,30, besar), dan rotasi mental (d 1,42, besar). Terdapat banyak bukti bahwa pembelajaran inklusi dan terpadu STEAM di tingkat awal sekolah dasar menjadi sangat penting bagi siswa seiring kemajuan mereka di sekolah.

Kata Kunci: *STEAM, Cognition-Priming, Pembelajaran IPA Terpadu*

Pendahuluan

Keberhasilan pembelajaran STEAM (Sains, Teknologi, Teknik, Art, dan/atau Matematika) bergantung pada interaksi pengaruh, kognisi, dan penerapan ide oleh siswa di kelas (Houseal et al, 2014;). Belajar secara umum didefinisikan sebagai perolehan pengetahuan dan keterampilan melalui pengalaman dan pembelajaran (Drake et al, 2014; Rahm, 2014). Meskipun ada definisi pembelajaran yang jelas, definisi pembelajaran STEAM tidak begitu jelas. Salah satu pertimbangan penting saat mendefinisikan pembelajaran STEAM adalah bahwa pembelajaran STEAM adalah area luas yang mencakup banyak disiplin ilmu dan praktik Epistemologis (Asyatin, 2022; Swarat et al, 2012). Dengan demikian, definisi pembelajaran STEAM belum berkembang dengan baik dan terbuka untuk diperdebatkan (Oppezzo et al, 2013. Penulis penelitian ini mengoperasionalkan definisi pembelajaran STEAM dengan memperluas definisi pembelajaran.

Pembelajaran STEAM adalah perolehan pengetahuan dan keterampilan melalui pengalaman dan studi yang terintegrasi melalui banyak lensa yang memungkinkan untuk menghargai kompleksitas yang mencakup dan ide-ide lintas sektoral di seluruh disiplin STEAM secara keseluruhan. Perbedaan kritis pembelajaran STEAM dari bentuk pembelajaran lain (seperti pembelajaran sains) adalah pengakuan akan saling ketergantungan dan integrasi berbagai disiplin ilmu dan praktik epiSTEAMologis ini. Dengan cara ini, STEAM membutuhkan lebih sedikit spesialisasi dan lebih banyak kemampuan untuk melihat seluruh area interaksi dan kompleksitas yang dihasilkan dalam disiplin STEAM. Secara khusus, karena persyaratan pendidikan siswa membutuhkan spesialisasi yang lebih besar dan lebih besar, siswa yang lebih mampu mengidentifikasi dan mengintegrasikan ide-ide yang berbeda akan lebih diminati (van, 2011). Namun, masih ada celah dalam hal definisi pembelajaran STEAM yang ringkas dan terpadu belum sepenuhnya dikembangkan.

Bakat siswa dengan konsep STEAM sebagian bersifat sikap dengan mengkonseptualisasikan sikap dalam literatur pendidikan dan psikologis yang lebih besar sebagai memainkan peran penting dalam keberhasilan siswa (Kimmons et al, 2011; Sawtelle et al, 2012). Sederhananya, siswa yang tidak mau bertahan di kelas dan pembelajaran berbasis STEAM tidak tiba-tiba berkembang menjadi ilmuwan, matematikawan, insinyur, atau ilmuwan komputer, juga tidak mencari kursus dan karier terkait STEAM di kemudian hari. Lebih penting lagi, para siswa ini gagal menjadi konsumen informasi dan pengetahuan yang efektif terkait dengan STEAM (McDonald, 2010). Dalam hal ini, interaksi dari aspek pembelajaran STEAM dari pengaruh, kognisi, dan aplikasi menyentuh masing-masing perspektif utama dalam psikologi pendidikan yang terkait dengan pembelajaran. Psikolog pendidikan menggeneralisasi teori pembelajaran sebagai interaksi antara kerangka perilaku, kognitif, dan sosial (Johri et al, 2011; van et al, 2010). Di dalam kombinasi ketiga kerangka inilah kami berharap dapat menunjukkan pemahaman tentang pembelajaran siswa, yang melampaui pendekatan satu dimensi tipikal yang hanya melihat pada pengaruh, hasil, atau kognisi saja.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki konten, kognitif, dan hasil afektif terkait dengan kurikulum terintegrasi STEAM dalam kelas K-5. Menjelajahi hubungan antara masing-masing aspek STEAM ini penting bagi pendidik STEAM karena beberapa alasan. Pertama, pemahaman tentang sikap siswa terkait STEAM sangat penting saat membuat dialog yang bermakna antara agen di kelas dan sekolah dan untuk mengembangkan peserta arena STEAM di masa mendatang. Ini bukan untuk menyarankan bahwa langkah-langkah pelaporan diri memberikan semua informasi yang diperlukan untuk memahami aspek mempengaruhi sikap, namun pendekatan ini akan mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk penyelidikan tindak lanjut. Kedua, menjelajahi interaksi keyakinan dan hasil referensi diri siswa terkait dengan konten dan kognisi menghasilkan informasi dan wawasan penting yang memandu praktik pembelajaran guru dan pengembangan kurikulum. Terakhir, memahami interaksi ini memberikan wawasan tentang bidang pengembangan potensial saat memupuk keyakinan dan sikap siswa. Para penulis menyarankan bahwa ada keuntungan yang signifikan dalam area yang diidentifikasi (kognisi dan pengaruh) yang dihasilkan dari paparan kurikulum terintegrasi STEAM.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran teknik kuantitatif yang digunakan untuk memperkuat dan melakukan triangulasi satu sama lain. Hasil dari setiap analisis menginformasikan analisis selanjutnya dan hasil bagian selanjutnya. ANOVA, pemodelan persamaan struktural, dan analisis model semuanya diterapkan dalam penelitian ini untuk memberikan resolusi pada pembelajaran siswa. Subyek yang dipilih untuk penelitian ini adalah siswa (n 254) dari kelas, K, 2, dan 5 di dua sekolah di wilayah Mid-Atlantic Amerika Serikat. Usia siswa berkisar dari 5 hingga 12 tahun. Pemilihan kelas memungkinkan analisis mata pelajaran saat mereka berkembang melalui program STEAM di sekolah intervensi. Dari 254 siswa dalam penelitian ini, 143 siswa merupakan bagian dari kelompok pembanding dan 111 siswa merupakan bagian dari kelompok intervensi. Sekolah-sekolah tersebut berjarak sekitar 0,7 mil satu sama lain; para siswa sering berinteraksi satu sama lain dalam konteks permainan lingkungan mereka.

Rancangan penelitian adalah non-randomized, pretest-posttest, desain kelompok utuh perbandingan. Desain ini memiliki manfaat utama yang memungkinkan penelitian dalam ekologi alami ruang kelas dengan invasi minimal. Sementara penulis penelitian tidak memilih peserta secara acak dari populasi target, kurangnya gangguan pada perencanaan dan pengajaran guru bermanfaat bagi penelitian yang memungkinkan tanggapan yang lebih alami dan jujur pada tindakan. Kondisi perawatan terdiri dari seluruh program STEAM sekolah di mana guru secara eksplisit memasukkan konten STEAM ke dalam dan di seluruh kurikulum. Sebaliknya, sekolah pembanding tidak secara eksplisit menggunakan atau menerapkan kurikulum STEAM dan juga tidak menggunakan STEAM sebagai prioritas.

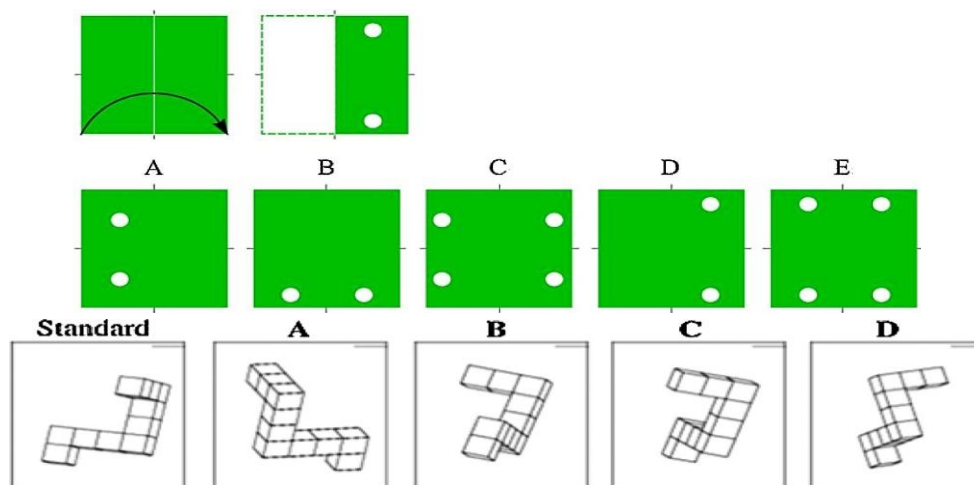
Desain perbandingan pretest-posttest memungkinkan untuk pemeriksaan efek pengobatan dari perspektif yang berbeda. Penggunaan desain ini memiliki beberapa ancaman terhadap validitas internal, yang pertama terbawa selama administrasi tindakan. Mitigasi ancaman ini terjadi melalui waktu, yang berarti bahwa waktu antara pelaksanaan pengukuran adalah 8 bulan, dengan pengukuran pertama (pretesting) terjadi 1 bulan memasuki tahun ajaran dan pengukuran posttest terjadi menjelang akhir tahun. Dikarenakan usia peserta, khususnya siswa Sekolah Dasar, maka guru SD memberikan rangkaian tes dalam kelompok kecil dengan pendampingan penelitian. Ancaman kedua terhadap validitas internal adalah kepekaan terhadap konsep yang berkaitan dengan program STEAM.

Peneliti mengumpulkan data dengan menggunakan tiga instrumen: (1) survei kertas dan pensil yang berkaitan dengan pengaruh, khususnya efikasi diri dan minat sains; (2) pengukuran kognitif terkait visualisasi spasial dan rotasi mental; (3) mengukur pengetahuan konten sains sebagai bagian dari pengujian akhir kursus. Sifat psikometrik dari langkah-langkah siswa dibahas panjang lebar di bawah ini. Pengukuran pretest-posttest hasil siswa terdiri dari kombinasi tes isi, pengukuran afektif, dan pengukuran kognitif. Tes konten terdiri dari tes akhir kursus sains dan matematika yang dibuat oleh negara yang disiapkan oleh Pearson. Tes afektif terdiri dari Survei Minat Sains dan Self-Efficacy in Science and Technology Short Form. Tes kognitif terdiri dari Tugas Melipat Kertas dan Tes Tugas Rotasi Mental Shepard Metzler.

Properti Psikometrik dari Pengukuran

1. Kemanjuran Sains dalam Teknologi dan Sains (SETS-SF). Ukuran afektif awalnya dikembangkan oleh (Ketelhut, 2006). SETS-SF dikembangkan kembali menjadi ukuran 16 item oleh. Pengukuran ini dirancang menggunakan skala Likert like untuk memastikan kemanjuran siswa dalam sains dan teknologi. SETS-SF adalah ukuran yang divalidasi Rasch (MInfit $\frac{1}{4}$ 0,97, MOutfit $\frac{1}{4}$ 1,05, MDif 0,1, Keandalan Rasch 0,91).
2. Survei Minat Sains (SIS-E). SIS-E adalah ukuran afektif yang dikembangkan oleh. Ini adalah 18 item, ukuran skala dikotomis pilihan paksa dari konstruk minat unidimensi yang terkait dengan sains untuk siswa sekolah dasar. SIS-E adalah ukuran yang divalidasi Rasch (MInfit 1.00, MOutfit 1.01, MDif 0.2, Rasch Reliability 0.84).
3. Tes Lipat Kertas (PFT). Ini adalah ukuran kognitif yang dikembangkan oleh saat di Layanan Pengujian Pendidikan. Ukurannya adalah tes kognitif faktor tunggal 20 item yang mengukur kemampuan mental untuk melakukan manuver dan tugas spasial yang kompleks. PFT dikembangkan di bawah model uji klasik dengan reliabilitas konsistensi internal diperkirakan 0,91 dan 0,84 setelah penggunaan faktor koreksi untuk menebak.
4. Tes Rotasi Mental (MRT) Shepard dan Metzler. MRT adalah ukuran kognitif dan merupakan 20 item, tes faktor tunggal, dibagi menjadi lima set dari empat item tes sensorik-motorik untuk kemampuan rotasi mental. Setiap item terdiri dari figur kriteria dan dua alternatif yang benar, dan dua distraktor. Kerangka pembangunan MRT berada di bawah model uji klasik. Reliabilitas konsistensi internal ukuran dalam penelitian ini diperkirakan sebesar 0,89 dan 0,82 setelah penggunaan faktor koreksi untuk menebak.
5. Ujian Konten Sains dan Matematika. Ini adalah ujian tahunan referensi kriteria yang terdiri dari 50 pertanyaan pilihan ganda yang dirancang untuk menguji pengetahuan siswa terkait matematika dan sains dalam tingkat kelas tertentu. Keandalan keseluruhan instrumen diperkirakan berdasarkan laporan penilaian yang disajikan oleh Pearson sebesar 0,83.

Ikhtisar perkiraan reliabilitas menggunakan alfa Cronbach menurut ukuran, menurut kelas. Perkiraan reliabilitas menunjukkan tingkat reliabilitas terendah yang terkait dengan taman kanak-kanak.

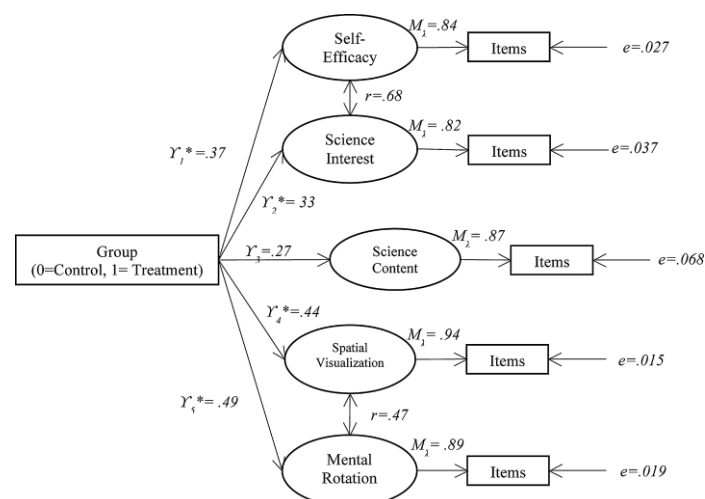


Gambar 2. Tes Rotasi Mental.

Hasil

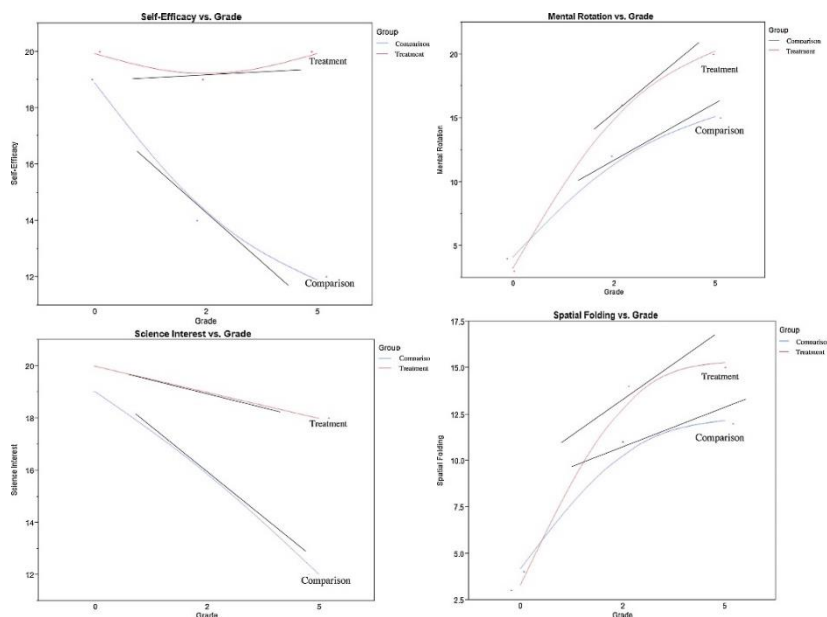
Menggunakan Mplus dan menerapkan metode estimasi kemungkinan maksimum, penulis mengusulkan model perbedaan antar kelompok yang terkait dengan konstruksi yang diukur (Budianto et al, 2021). Pada Gambar 3, pemuatan faktor dibakukan, sehingga nilai kuadrat menunjukkan proporsi varian dalam indikator yang diperhitungkan oleh variabilitas dalam konstruk. Analisis statistik kecocokan model menunjukkan kecocokan model yang memadai ($\chi^2(21) = 30,91$, $p = 0,075$, CFI 0,94, TLI 0,93, RMSEA 0,04, SRMR 0,05). Koefisien struktural standar untuk jalur dari kelompok ke masing-masing konstruk secara statistik signifikan ($p < 0,05$) sehingga menunjukkan bahwa kedua kelompok berbeda pada konstruk efikasi diri, minat sains, visualisasi spasial, dan rotasi mental. Perkiraan ukuran efek dari perbedaan kelompok rata-rata di seluruh konstruk yang signifikan secara statistik mengungkapkan self-efficacy ($d = 1,27$, besar), minat sains ($d = 1,97$, besar), pelipatan spasial ($d = 1,30$, besar), dan rotasi mental ($d = 1,42$, besar). Dengan demikian, ada ukuran efek yang relatif besar antara siswa dalam kelompok pembandingan dan kelompok perlakuan.

Hasil uji-F ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada konstruk yang diukur pada pengaruh utama kelompok $F(2,253) = 6,97$, $p = 0,001$, $\eta^2 = 0,13$. Ukuran efek omnibus menunjukkan bahwa 13% varians dalam skor ukuran diperhitungkan oleh perbedaan skor antara kelompok perlakuan dan pembandingan. Dengan pedoman untuk η^2 , ukuran efek dianggap besar (Cohen, 1988). Hasil perbandingan berganda Tukey post hoc menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara kelompok dalam kelas di seluruh konstruksi. Tabel 3 mengilustrasikan perbedaannya.



Gambar 2. Model perbedaan kelompok pada lima konstruk.

Perbandingan grafis dari hasil skor kelompok berdasarkan kelas. Garis kurva mewakili "garis" yang paling cocok untuk data. Garis lurus mewakili garis yang bersinggungan dengan kurva. Garis singgung adalah garis yang berpotongan pada titik yang sama dengan fungsi yang mengidentifikasi variabel domain yang turunannya ada. Kurang formal, garis singgung memotong kurva pada titik di mana kemiringan kurva sama dengan kemiringan garis. Munculnya perbedaan di kelas "0" (TK) adalah perbedaan setelah siswa mengikuti program STEAM selama satu tahun.



Gambar 3. Self-Efficacy

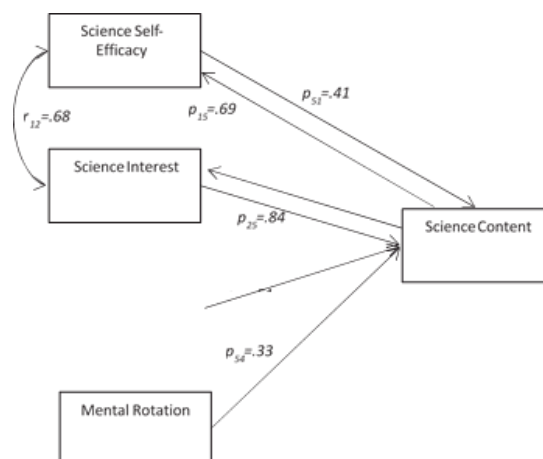
Gambar 3 mengilustrasikan bagaimana self-efficacy tetap relatif stabil dari waktu ke waktu untuk kelompok perlakuan, sedangkan kelompok pembandingan menunjukkan penurunan cepat yang ditunjukkan oleh kemiringan negatif kurva terkait dengan self-efficacy antara kelas taman kanak-kanak. (0) dan kelas lima (5). Meskipun ada kecenderungan serupa yang ditemukan pada kelompok perlakuan yang mengalami penurunan minat yang lebih lambat, kedua kelompok menunjukkan penurunan dari taman kanak-kanak ke kelas lima. Selain itu, juga mengilustrasikan perubahan atribut kognitif yang berhubungan dengan kelas. Mengingat kesamaan antara kelompok pembandingan dan kelompok perlakuan dan perbedaan rata-rata kelompok yang signifikan secara statistik pada tingkat kelas taman kanak-kanak (0), perbedaan yang muncul sebelum kelas satu dianggap kebisingan statistik.

Perbandingan setiap grafik mengungkapkan bahwa tingkat perkembangan awal siswa adalah sama. Namun, ketika siswa meningkatkan keterpaparan terhadap intervensi STEAM, perbedaan mulai terlihat sejak kelas dua dengan perbedaan yang signifikan muncul di kelas lima. Analisis lereng garis singgung menunjukkan peningkatan perkembangan kognitif yang lebih cepat pada kelompok perlakuan. Varians akuntansi khusus untuk masing-masing atribut kognitif menunjukkan bahwa 19,4% dari perbedaan rotasi mental dicatat melalui intervensi. Penghitungan varians untuk pelipatan spasial menunjukkan bahwa 24,1% perbedaan dalam ukuran ini diperhitungkan melalui intervensi. Perhitungan ini tidak memperhitungkan sifat non-linear dari kurva. Tinjauan statistik kecocokan model untuk kedua atribut kognitif menunjukkan bahwa kondisi perawatan memprediksi peningkatan rotasi mental ($\chi^2 (2) 8.97, p 0.011$) dan pelipatan spasial ($\chi^2 (2) 7.31, p 0.025$). Ada juga data yang cocok dengan model, seperti yang ditunjukkan oleh statistik Hosmer-Lemeshow yang tidak signifikan ($\chi^2 (3) 2,74, p 0,43$).

Tiga model interaksi antar variabel diperiksa, dua model didasarkan pada literatur, dan yang ketiga dikembangkan secara bertahap murni berdasarkan konvergensi model dengan data menggunakan indeks modifikasi. Model pertama yang diteliti adalah model afektif-priming.

Model kedua yang diteliti adalah model cognition-priming dan model ketiga dibimbing menggunakan indeks modifikasi. Pemeriksaan perbandingan model terjadi dengan menggunakan Bayesian Information Criterion (BIC). BIC memperhitungkan kesesuaian ukuran dan kompleksitas model. BIC juga meningkatkan penalti untuk meningkatkan ukuran sampel. Secara komparatif, model dengan BIC terkecil dianggap paling cocok. Ketika membandingkan kecocokan antar model, perbedaan yang lebih besar dari 5 poin dianggap kemungkinan besar berbeda, sementara perbedaan yang lebih besar dari 10 poin dianggap hampir pasti berbeda (Grasela et al, 2021; Lee et al, 2005). Hasil analisis BIC menggambarkan model cognition-priming (BIC 10394.26) memberikan BIC paling rendah jika dibandingkan dengan model affect-priming (BIC 10487.42). Modifikasi bertahap dari model eksplorasi pada akhirnya dan secara independen menghasilkan model kognisi-priming seperti yang diusulkan untuk analisis jalur.

Hasil analisis jalur yang ditunjukkan pada Gambar 6 memberikan wawasan tentang konstruk yang memiliki efek relatif signifikan secara statistik terhadap pembelajaran konten sains. Tinjauan statistik kecocokan model yang disarankan oleh (Grasela et al, 2021) menunjukkan kecocokan model yang memadai ($\chi^2 (21) 38.147$, $p 0.012$, CFI 0.94, TLI 0.93, RMSEA 0.04, SRMR 0.05)



Gambar 6. Analisis jalur untuk model kognisi-priming

Ini terlepas dari nilai chi square yang signifikan secara statistik karena chi square sensitif terhadap ukuran sampel dan indikator lainnya berada pada tingkat kecocokan yang dapat diterima (Revelle et al, 2010; Richetin et al, 2011). Dalam kasus atribut kognitif, diagram jalur bersifat non-rekursif; namun dalam kasus sifat afektif, diagram jalur bersifat rekursif yang menunjukkan bahwa hubungan bersifat dua arah dan tidak searah. Koefisien jalur positif menunjukkan hubungan linier positif antara variabel (Rivet et al, 2012). Efek langsung ditunjukkan antara sifat afektif, atribut kognitif, dan skor konten sains. Efek tidak langsung diamati dalam model ini dari kognisi ke konten (perilaku), hingga pengaruh. Selain itu, koefisien jalur positif yang dihasilkan dari regresi skor konten sains pada sifat kognitif ditemukan sebagai kausal dalam peningkatan efikasi diri dan minat. Ada hubungan positif yang signifikan antara minat dan kemandirian dan antara visualisasi spasial dan rotasi mental, meskipun hubungan ini tidak menunjukkan hubungan sebab akibat. Secara keseluruhan, empat konstruk (kemandirian, minat, visualisasi, dan rotasi) menyumbang 90,7% dari varian dalam model.

Pembahasan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji hubungan dan hasil kognitif, konten, dan afektif yang terkait dengan pendidikan berbasis STEAM di sekolah dasar perkotaan. Hasil dari model rata-rata struktural - suatu bentuk model persamaan struktural - menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik di seluruh konstruk yang diukur dengan pengecualian dari ukuran konten. Pemeriksaan lebih rinci dari perbedaan kelas individu memberikan gambaran yang lebih jelas dari tingkat kelas di mana perbedaan ini mulai terwujud, terutama sebagai fungsi dari jumlah waktu yang berkaitan dengan partisipasi dalam intervensi. Sementara sebagian besar diskusi ini berfokus pada aspek perkembangan dari hasil penelitian, pertimbangan kedua dan sama pentingnya adalah “waktu dalam intervensi”. Interaksi pematangan dan waktu dalam intervensi memberikan efek penjelas tetapi sulit untuk diuraikan. Pemeriksaan kurva hasil menunjukkan bahwa total waktu dalam intervensi dapat bertindak sebagai faktor penjelas untuk menciptakan peningkatan kesenjangan antara sekolah pembanding dan perlakuan meningkat. Peningkatan kognisi dan afek ini berpotensi karena waktu dalam intervensi dan seiring atau bersamaan dengan peningkatan perkembangan. Akhirnya, analisis jalur juga menegaskan model kognitif-priming yang ditemukan dalam literatur dan konteks menunjukkan model ini memainkan peran kunci dalam hasil siswa dan menyediakan sarana mekanistik untuk memahami mengapa intervensi kemudian dalam pengembangan siswa tidak begitu berhasil.

Ada bukti perbedaan antara sekolah pembanding dan perlakuan baik dalam pengaruh maupun kognisi. Perbedaan-perbedaan ini tampaknya muncul dari waktu ke waktu dan tidak harus dalam satu tahun implementasi. Hasil ANOVA memberikan bukti perbedaan pengaruh mulai kelas dua dan perubahan kognisi yang terjadi antara kelas dua dan lima. Ini mungkin timbul dari perbedaan dalam garis waktu perkembangan untuk pengaruh dan kognisi. Afek yang terkait dengan minat dibuktikan pada bayi baru lahir dan afek yang terkait dengan afek yang lebih kompleks (seperti kemanjuran) dibuktikan pada anak-anak berusia sekitar dua tahun (Monk et al, 2013). Dengan demikian, perubahan dalam afek lebih mungkin terjadi lebih awal daripada perbedaan kognitif, yang membutuhkan lebih banyak waktu untuk mengembangkan dan menunjukkan perbedaan. Selain itu, atribut kognitif juga cenderung menjadi jauh lebih stabil daripada sifat afektif dan membutuhkan waktu lebih lama dalam intervensi untuk melihat perubahan. Hasil yang paling kompleks untuk diukur adalah pengetahuan konten sains. Kesulitan dalam mengukur komponen kajian ini muncul dari kebutuhan untuk mengintegrasikan komponen kognitif dan afektif yang terkait dengan konstruk pengetahuan konten sains.

Hubungan antara afektif, kognitif, dan isi tampaknya berkembang dari model cognition-priming. Untuk memeriksa model ini, pertama-tama penting untuk menggeneralisasi konten sebagai perilaku eksternal yang selanjutnya. Rekonseptualisasi konten sebagai perilaku memberikan rangsangan eksternal yang diperlukan untuk menghasilkan pengaruh dan memungkinkan penerapan model kognisi-priming. Melalui visualisasi data yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3, seseorang dapat mulai mengembangkan karakterisasi perubahan yang terlihat di seluruh tingkatan kelas. Dimulai dengan Gambar 2, kurva afektif memperhitungkan hubungan yang terlihat dalam model dasar kognitif dan hubungan antara efikasi diri dan minat.

Hubungan ini bersifat rekursif dan menciptakan lingkaran umpan balik antara konten dan pengaruh. Lebih khusus lagi, saat siswa terlibat dengan konten secara positif atau negatif, perubahan dalam pengaruh terjadi dan meningkat dengan interaksi. Memeriksa kemiringan garis singgung secara kualitatif memberikan bukti bahwa pendidikan STEAM di sekolah intervensi mengembangkan tingkat efikasi diri dan minat yang lebih tinggi. Level yang meningkat ini dapat membantu menghilangkan pergerakan siswa dari kursus STEAM karena berkurangnya self-efficacy dan minat dari waktu ke waktu.

Di sekolah perbandingan, kemiringan garis singgung adalah negatif. Hal ini sebagian tampaknya disebabkan oleh sifat konstruk efikasi diri. Pada dasarnya, tingkat self-efficacy secara kolektif berada dalam kelompok usia ketika anggota berpindah dari sekolah dasar ke sekolah menengah, hal ini mungkin disebabkan oleh realisasi tingkat pemahaman mereka (Plass et al, 2012). Pengaruh anggota kohort usia pada individu dalam kohort meningkat, menciptakan tekanan pengaruh ke bawah pada individu siswa dalam kohort. Tekanan norma kelompok ini menghasilkan lebih sedikit pilihan kursus dan karir berbasis STEAM dan menciptakan siklus penurunan yang menjadi semakin sulit untuk diubah seiring waktu (Tal et al, 2013). Kesulitan dalam meningkatkan minat dan kemandirian ini dihasilkan dari kemandirian diri dan sifat-sifat minat yang menjadi stabil seiring bertambahnya usia siswa. Sebagian, stabilitas dalam sifat-sifat afek muncul karena meningkatnya kebutuhan akan kognisi tingkat tinggi untuk membangkitkan afek seperti yang terlihat dalam model kognisi-priming. Temuan ini menunjukkan area pertimbangan yang berpotensi penting saat mengembangkan kurikulum dan pelajaran dalam kelas STEAM (Sawtelle et al, 2012).

Tinjauan data pada Gambar 3 memberikan gambaran perkembangan kognitif pada siswa dari TK hingga kelas lima. Tinjauan angka memberikan bukti bahwa paparan awal kurikulum STEAM meningkatkan pengembangan atribut kognitif yang terkait dengan tugas STEAM. Garis singgung memberikan saran bahwa laju perkembangan atribut kognitif rotasi mental dan visualisasi spasial meningkat lebih cepat. Untuk rotasi mental, literatur psikologi perkembangan menyarankan atribut ini memulai perkembangannya antara usia 3 dan 5 tahun, sedangkan visualisasi spasial memulai perkembangannya antara usia 5 dan 7 tahun. Meskipun dimungkinkan untuk "melatih kembali" atribut pasca-pengembangan, hal itu menjadi semakin sulit untuk dilakukan karena atribut kognitif semakin tidak plastis seiring bertambahnya usia. Ini tidak berarti bahwa neuroplastisitas tidak muncul di kemudian hari, hanya saja ada peluang lebih besar sebelumnya. Hubungan yang menarik antara pengaruh dan kognisi terjadi melalui konten sebagaimana dibuktikan dalam model kognisi-priming.

Berdasarkan peran pemrosesan yang dimainkan oleh visualisasi spasial dan rotasi mental dalam teori priming-kognisi, seseorang dapat menyarankan hubungan antara kognitif dan afektif melalui internalisasi rangsangan anteseden eksternal dalam bentuk konten STEAM. Perubahan pada masing-masing atribut kognitif ini mungkin muncul melalui pelatihan ulang atribusi yang terkait dengan komponen kelas seperti pembuatan model/robot tiga dimensi, proyek yang melibatkan arsitektur, dan eksperimen dengan ilmuwan pembimbing.

Saat mempertimbangkan model kognisi-priming, menjadi perlu untuk menggunakan kognisi tingkat yang lebih tinggi untuk membangkitkan perubahan dalam pengaruh. Saat mengembangkan pelajaran untuk siswa dalam kelas sains, praktisi harus mempertimbangkan tingkat perkembangan kognitif siswa dan jumlah paparan konten sebelumnya jika minat pendidik ingin mengubah orientasi pengaruh yang stabil terhadap kursus STEAM dan pemilihan karier. Siswa yang lebih tua (kelas lima) akan membutuhkan interaksi yang jauh lebih kompleks secara kognitif yang sering terlihat dalam pembelajaran berbasis masalah, dan lebih luas lagi, inkuiri. Dengan demikian, kecenderungan alami pendidik untuk mengurangi kesulitan kognitif saat menghadapi siswa dengan pengalaman atau pengetahuan yang kurang sebelumnya sebenarnya menghasilkan pengaruh yang kurang positif saat mempertimbangkan model cognition-priming.

Guru dapat berusaha untuk mengurangi aspek kognitif keterlibatan sebagai cara untuk meningkatkan partisipasi siswa di dalam kelas. Hal ini sebenarnya dapat mengurangi partisipasi siswa, karena keterlibatan intelektual tidak terjadi sehingga siswa terbuka untuk priming afektif, yang kurang dapat diprediksi dan mungkin timbul dari pengalaman negatif di kelas sains. Bukti untuk ini ada dalam pengembangan intervensi STEAM untuk sekolah pengobatan. Sekolah perawatan — dengan cara yang disengaja — berusaha memasukkan contoh dan masalah kehidupan nyata yang kompleks di dalam kelas untuk membantu mendorong pembelajaran ke depan. Ini karena priming kognitif cukup untuk pertama melibatkan siswa menggunakan alat kognitif yang kemudian menciptakan gairah tingkat yang lebih tinggi seperti kemandirian dan minat positif. Ini bukan untuk menyarankan bahwa siswa yang mengalami kesulitan dalam kursus STEAM memerlukan masalah yang lebih sulit untuk dipecahkan tetapi pendekatan tersebut harus cukup merangsang secara kognitif untuk menciptakan perubahan dalam pengaruh dan pada akhirnya orientasi STEAM.

Dalam kelas sains, kognisi-priming akan mengambil bentuk demonstrasi peristiwa discrepant awal diikuti dengan perancah melalui masalah dunia nyata terkait yang mengarah ke pengembangan ide, pertanyaan, eksperimen, pengamatan, klaim, bukti, konsultasi dengan orang lain, dan akhirnya refleksi dan produk. Psikologi pendidikan dan kognitif menunjukkan bahwa pengalaman yang kaya dan kompleks terkait dengan pemahaman sebelumnya menyediakan sarana untuk melibatkan siswa yang mungkin tidak mau berpartisipasi di dalam kelas. Lebih penting lagi, ini menunjukkan dari sudut pandang kebijakan dan kurikulum bahwa jauh lebih mudah untuk menciptakan dan mempertahankan pengaruh terhadap STEAM semakin dini paparan kompleks terjadi.

Paparan kompleks berarti paparan dalam bentuk pembelajaran inkuiri atau pembelajaran berbasis masalah, yang memberikan aktivasi kognisi yang lebih besar. Dengan meningkatnya kesulitan untuk mengubah pengaruh yang stabil di kemudian hari dalam kehidupan siswa dan kesulitan dalam melatih kembali atribut kognitif yang stabil di kemudian hari, ada banyak bukti bahwa penyertaan pembelajaran terpadu STEAM di tingkat dasar sebelumnya menjadi sangat penting bagi siswa. Mengambil aspek perkembangan dari model kognisi-priming, seseorang dapat mulai melihat mengapa intervensi STEAM dalam tingkat kelas yang lebih tinggi mungkin tidak seefektif itu. Ini adalah tantangan kritis bagi pendidik sains untuk diatasi. Mempertimbangkan gerakan nasional untuk membuat lebih banyak sekolah menengah STEAM

dengan mengorbankan sekolah menengah dan dasar, pembuat kebijakan mungkin tidak melihat keuntungan yang mereka harapkan di tingkat sekolah menengah.

Dalam kurikulum ringan dan pengembang asesmen dapat memfasilitasi situasi untuk pelajar yang lebih muda dengan menjauh dari hafalan dan inkuiri yang telah ditentukan yang melibatkan kausalitas dan pola dan memungkinkan siswa untuk menghasilkan pemahaman mereka sendiri tentang dunia melalui argumentasi, penyajian bukti, dan evaluasi bukti. Pengembang kurikulum mungkin juga ingin fokus pada kesinambungan dalam ide-ide inti yang ditemukan dalam Standar Sains Generasi Selanjutnya. Ini bukan untuk mengatakan bahwa tidak ada cara efektif lain untuk melibatkan siswa di kelas seputar STEAM, hanya saja dari pendekatan biaya-manfaat, hasil tampak lebih menjanjikan ketika sekolah menerapkan intervensi STEAM lebih awal dan melanjutkan paparan sepanjang karir pendidikan siswa, tampaknya meningkatkan peluang untuk sukses. Kesuksesan ini mungkin sebagian disebabkan oleh pengembangan infrastruktur kognitif, afektif, dan akhirnya sikap yang sesuai yang dikembangkan bagi siswa untuk dimanfaatkan di kemudian hari.

Keterbatasan

Beberapa batasan penting harus dipertimbangkan ketika meninjau hasil penelitian ini. Pertama, pengumpulan data melompati tingkat kelas untuk nilai yang tidak teridentifikasi secara eksplisit. Kedua, hasilnya juga terbatas karena penggunaan tindakan pelaporan diri untuk mempengaruhi. Secara khusus, penelitian tambahan yang dihasilkan diperlukan untuk memverifikasi konsistensi dan akurasi temuan. Penambahan lebih banyak tindakan yang terkait dengan kognisi dan pengaruh dapat memberikan resolusi yang lebih besar terkait dengan efek pada konten dan dengan efek konten pada komponen ini. Terakhir, mengingat homogenitas sampel, studi tindak lanjut tambahan diperlukan untuk meningkatkan generalisasi. Terlepas dari keterbatasan ini, penelitian ini memberikan informasi relasional penting mengenai interaksi konten, pengaruh, dan kognisi terkait dengan kurikulum STEAM. Studi ini juga memberikan saran konkrit untuk paparan kurikulum STEAM. Selain itu, temuan dalam penelitian ini memberikan pendekatan baru untuk memeriksa pembelajaran siswa dalam kelas STEAM.

Kesimpulan

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mengidentifikasi pentingnya menangani masing-masing dari tiga area yang terkait secara psikologis dengan pembelajaran. Hasilnya juga menyoroti kebutuhan untuk memahami interaksi kognisi, pengaruh, dan konten dalam konteks mengembangkan pemahaman pembelajaran yang canggih dalam pendidikan STEAM. Model cognition-priming yang diusulkan dalam penelitian ini menegaskan hubungan antara minat dan self-efficacy, rotasi mental, dan visualisasi spasial, dan hubungan konstruk dengan konten. Secara keseluruhan, perubahan siswa di setiap area menunjukkan efek positif dari pendidikan STEAM. Studi tersebut menunjukkan bahwa ada potensi dalam pendidikan STEAM untuk siswa sekolah dasar dan membantu siswa mengembangkan aspek kognitif dan afektif terkait STEAM di luar konten saja.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

- Asyatin, A. (2022). Peningkatan Prestasi Belajar IPA Melalui Model Pembelajaran Kooperatif Kuis Team Siswa Kelas 8 SMPN 1 Saradan. Jurnal PELITA, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.54065/pelita.2.1.2022.218>
- Budianto, Y., Syakur, A., & Yunus, N. M. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Biologi Materi Ruang Lingkup Biologi Dengan Model Pembelajaran Flipped Classroom Pada Kelas X SMAN 5 Palopo. Jurnal PELITA, 1(2), 66–73. <https://doi.org/10.54065/pelita.1.2.2021.90>
- Drake, C., Land, T. J., & Tyminski, A. M. (2014). Using educative curriculum materials to support the development of prospective teachers' knowledge. Educational Researcher, <https://doi.org/10.3102/0013189X14528039>
- Grasela, J. N., Syakur, A., & Syam, S. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Quantum Learning Terhadap Motivasi dan Hasil Belajar pada Materi Klasifikasi Makhluk Hidup Siswa Kelas X SMAN 10 Luwu Utara . Jurnal PELITA, 1(2), 74–82. <https://doi.org/10.54065/pelita.1.2.2021.91>
- Houseal, A. K., Abd-El-Khalick, F., & Destefano, L. (2014). Impact of a student–teacher–scientist partnership on students' and teachers' content knowledge, attitudes toward science, and pedagogical practices. Journal of Research in Science Teaching, 51(1), 84–115. <https://doi.org/10.1002/tea.21126>
- Johri, A., & Olds, B. M. (2011). Situated engineering learning: Bridging engineering education research and the learning sciences. Journal of Engineering Education, 100(1), 151–185. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2011.tb00007.x>
- Lee, S. Y., Song, X. Y., Skevington, S., & Hao, Y. T. (2005). Application of structural equation models to quality of life. Structural Equation Modeling, 12(3), 435–453. https://doi.org/10.1207/s15328007sem1203_5
- McDonald, C. V. (2010). The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science. Journal of Research in Science Teaching, 47(9), 1137–1164. <https://doi.org/10.1002/tea.20377>
- Monk, C., Georgieff, M. K., & Osterholm, E. A. (2013). Research review: Maternal prenatal distress and poor nutrition–mutually influencing risk factors affecting infant neurocognitive development. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 54(2), 115–130. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12000>
- Oppezzo, M., & Schwartz, D. L. (2013). A behavior change perspective on self-regulated learning with teachable agents. In: International handbook of metacognition and learning technologies (pp. 485–500). New York: Springer.

- Pezzulo, G., Barsalou, L. W., Cangelosi, A., Fischer, M. H., McRae, K., & Spivey, M. J. (2012). Computational grounded cognition: A new alliance between grounded cognition and computational modeling. *Frontiers in Psychology*, 3, 612–623. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00612>
- Plass, J. L., Milne, C., Homer, B. D., Schwartz, R. N., Hayward, E. O., Jordan, T., & Barrientos, J. (2012). Investigating the effectiveness of computer simulations for chemistry learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(3), 394–419. <https://doi.org/10.1002/tea.21008>
- Rahm, J. (2014). Reframing research on informal teaching and learning in science: Comments and commentary at the heart of a new vision for the field. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(3), 395–406. <https://doi.org/10.1002/tea.21141>
- Revelle, W., Wilt, J., & Rosenthal, A. (2010). Individual differences in cognition: New methods for examining the personality-cognition link. In: *Handbook of individual differences in cognition*. (pp. 27–49). NY: Springer New York.
- Richetin, J., Conner, M., & Perugini, M. (2011). Not doing is not the opposite of doing: Implications for attitudinal models of behavioral prediction. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 37(1), 40–54. <https://doi.org/10.1177/0146167210390522>
- Rivet, A. E., & Kastens, K. A. (2012). Developing a construct-based assessment to examine students' analogical reasoning around physical models in Earth Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(6), 713–743. <https://doi.org/10.1002/tea.21029>
- Sawtelle, V., Brewe, E., & Kramer, L. H. (2012). Exploring the relationship between self-efficacy and retention in introductory physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1096–1121. <https://doi.org/10.1002/tea.21050>
- Swarat, S., Ortony, A., & Revelle, W. (2012). Activity matters: Understanding student interest in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 515–537. <https://doi.org/10.1002/tea.21010>
- Tal, T., & Morag, O. (2013). A longitudinal study of environmental and outdoor education: A cultural change. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(9), 1019–1046. <https://doi.org/10.1002/tea.21111>
- Van Dinther, M., Dochy, F., & Segers, M. (2011). Factors affecting students' self-efficacy in higher education. *Educational Research Review*, 6(2), 95–108. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2010.10.003>
- Van Eijck, M., & Roth, W. M. (2011). Cultural diversity in science education through novelization: Against the epicization of science and cultural centralization. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(7), 824–847. <https://doi.org/10.1002/tea.20422>
- Van Gog, T., & Rummel, N. (2010). Example-based learning: Integrating cognitive and social-cognitive research perspectives. *Educational Psychology Review*, 22(2), 155–174. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9134-7>