

BAB IV

HASIL STUDI LITERATUR DAN PEMBAHASAN

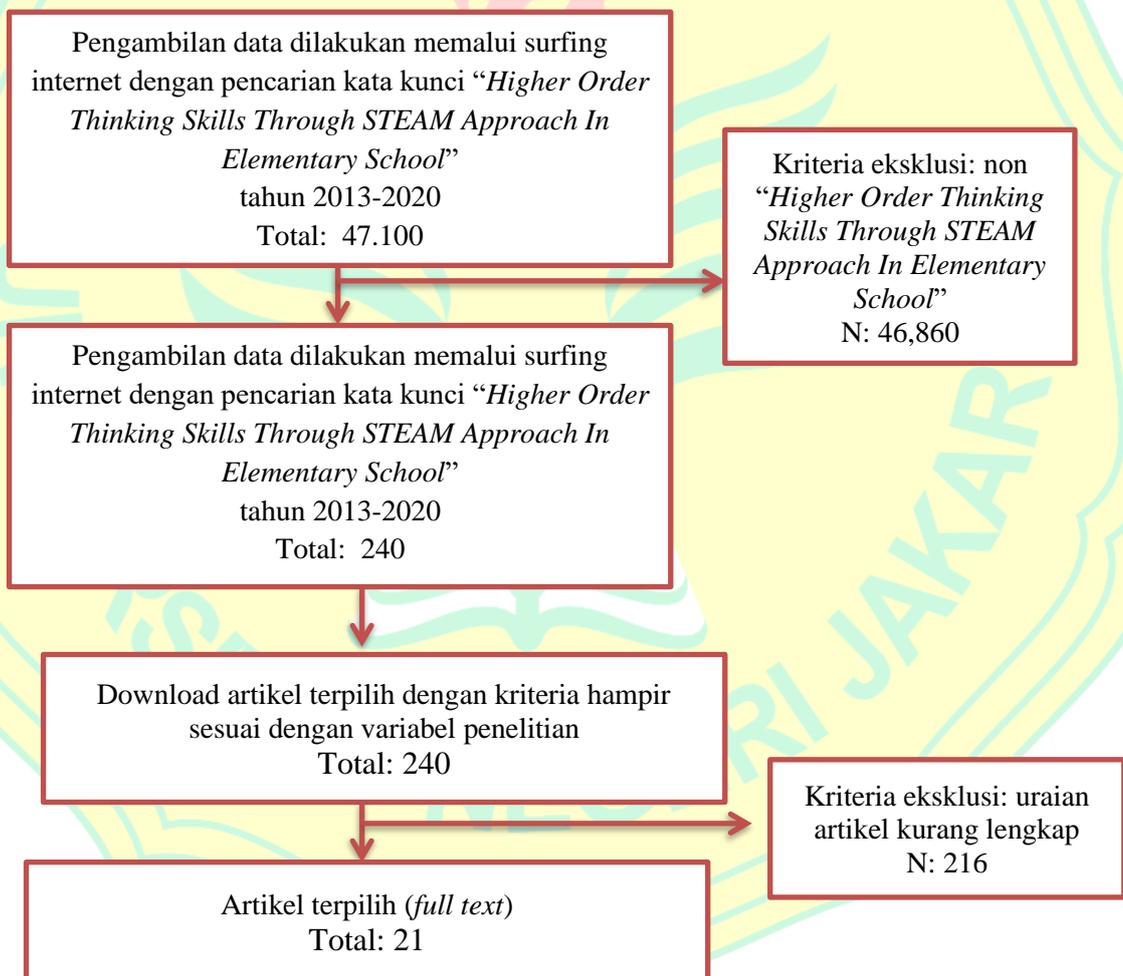
A. Hasil

Pada bab ini akan diuraikan mengenai hasil penelitian berupa pemetaan literatur yang terkumpul serta pembahasan dari pemetaan literatur tersebut. *Literature review* ini dilakukan untuk mengetahui pemanfaatan dari penerapan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Melalui Pendekatan STEAM siswa sekolah dasar dengan teknik pengumpulan literatur yang sudah ada. Literatur yang terkumpul dianalisis dengan tabel untuk menjawab tujuan dari penelitian ini. Artikel ilmiah yang dibahas merupakan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu selama kurun waktu 6 tahun terakhir.

1. Analisis

Terdapat 21 literatur yang membahas tentang STEAM dan *higher order thinking skills* siswa sekolah dasar. Semua jurnal tersebut adalah jurnal nasional maupun jurnal internasional yang dilakukan pencarian di portal Google Scholar, EBSCO dan Libgen dengan mengetikkan kata kunci "*STEAM, higher order thinking skills, STEAM in Elementary School, STEAM promotes higher order thinking skills, STEAM promotes higher order thinking skills in elementary school*" dengan tahun penerbitan artikel 2013-2020. Dalam melakukan pencarian tersebut didapatkan banyak artikel ilmiah yang sesuai dengan kata kunci

tersebut, namun peneliti melakukan tahap penyaringan data yang sesuai dengan kata kunci dan tujuan dari penelitian. Proses terakhir adalah kesimpulan penelitian yaitu pernyataan singkat tentang hasil analisis deskripsi berasal dari fakta-fakta atau hubungan yang logis dan bersis jawaban atas pertanyaan yang diajukan pada bagian rumusan masalah. Berikut akan dijabarkan hasil dari pencarian artikel ilmiah terkait peningkatan *higher order thinking skills* melalui pendekatan pembelajaran STEAM.



Gambar 4.1 Alur diagram proses *screening* artikel ilmiah

2. Deskripsi data penelitian

Berikut ini deskripsi data hasil penelitian berupa artikel ilmiah terkait keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui pendekatan STEAM yang dikelompokkan berdasarkan aspek yaitu:

a. Artikel ilmiah berasal dari jurnal nasional atau internasional

Berdasarkan artikel ilmiah yang telah diperoleh melalui pencarian literatur, diperoleh 18 berasal dari jurnal internasional dan 3 artikel ilmiah yang berasal dari jurnal nasional.



Gambar 4.2 Diagram Hasil Pencarian Literatur Jurnal Nasional dan Internasional

b. Artikel ilmiah berdesain penelitian kualitatif dan kuantitatif

Berdasarkan artikel ilmiah yang telah diperoleh melalui pencarian literatur, diperoleh 11 artikel ilmiah yang merupakan penelitian berdesain kualitatif dan 10 artikel ilmiah berdesain penelitian kuantitatif.



Gambar 4.3 Diagram Hasil Pencarian Literatur Berdesain Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif

3. Persamaan dalam Setiap Artikel

Berdasarkan hasil dari pengumpulan 21 jurnal yang sesuai dengan kriteria variabel penelitian, terdapat persamaan dalam hasil penelitiannya bahwa semua sepakat STEAM adalah pendekatan pembelajaran yang dibutuhkan di abad 21, STEAM pendekatan yang dibutuhkan di era 4.0, STEAM memiliki efek jangka panjang dimana siswa disiapkan sebagai pekerja yang dibutuhkan di abad 21. Pada beberapa jurnal juga membahas bahwa STEAM dapat meningkatkan keterampilan siswa dalam kerja sama, keterampilan komunikasi, meningkatkan motivasi dalam belajar, meningkatkan sikap afektif siswa dalam pembelajaran IPA, meningkatkan keterampilan siswa dalam berpikir secara kreatif, meningkatkan kemandirian siswa dalam belajar, meningkatkan emosi positif siswa, kepedulian siswa, sikap empati, meningkatkan minat siswa dalam belajar, kemampuan siswa dalam melakukan pemecahan masalah, mengembangkan

sikap ilmiah, meningkatkan keaktifan siswa di dalam kelas, meningkatkan kemampuan siswa berpikir secara kritis, kemampuan siswa dalam berkolaborasi dalam kelompok dan meningkatkan prestasi kognitif siswa. Berdasarkan hasil dari penelitian dan penelusuran 21 jurnal dapat disimpulkan STEAM meningkatkan siswa dalam berpikir secara kritis dan mengembangkan kemampuan siswa dalam berpikir kreatif.

4. Perbedaan dalam Setiap Artikel

Selain dari persamaan tersebut, peneliti juga menemukan perbedaan hasil penelitian tentang STEAM yaitu penelitian yang dilakukan oleh Kang, (2019) dalam hal ini penelitian yang dilakukan oleh Kang dengan judul *A review of the effect of integrated STEM or STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) Education in South Korea* menyatakan bahwa dalam penelitian mereka STEAM tidak berpengaruh signifikan dengan hasil belajar siswa, namun meningkatkan sikap afektif siswa dalam pembelajaran. Kang menyarankan dalam penelitiannya ini perlu ada penelitian lebih lanjut tentang bagaimana siswa berinteraksi dengan pembelajaran yang menggunakan pendekatan STEAM dan setiap sintaks dan variabel pada penelitian berfungsi dengan baik di kelas. Peneliti dapat menyimpulkan mengapa hasil belajar tidak berpengaruh secara signifikan adalah karena penerapan variabel dan sintaks di kelas belum sesuai dan berfungsi pada kondisi siswa. STEAM pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan berbagai model pembelajaran untuk itu jika peneliti lain merasa ragu untuk menggunakan satu model pembelajaran dalam

mengintegrasikan pendekatan STEAM, maka peneliti dapat memilih model lain yang dapat disesuaikan dengan kondisi kelas dan karakteristik siswa.

Peneliti menemukan perbedaan lain pada hasil analisis tabel. Penelitian ini dilakukan oleh Choi & Hong, (2015) dengan judul *From STEM to STEAM: Cracking the Code How Creativity & Motivation Interacts with Inquiry-based Learning*. Penelitian ini menyatakan bahwa STEAM yang mereka terapkan pada penelitian mereka tidak meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah pembelajaran, namun penelitian ini meningkatkan kemampuan siswa dalam berpikir kreatif. Hal ini dikarekan waktu penerapan pendekatan STEAM yang terlalu singkat sehingga pada kemampuan siswa dalam memecahkan masalah belum tercapai. Salah satu kendala dari penerapan STEAM ini adalah durasi waktu dalam penerapan STEAM tidak cukup hanya dalam satu minggu, memang hal ini tergantung dari kompleksitas produk yang dibuat, namun membangun sikap siswa layaknya ilmuwan, insinyur dan lain-lain tidaklah dapat dilakukan dengan waktu yang singkat. Durasi waktu penerapan yang singkat juga dirasakan oleh peneliti Duban et al., (2017) dengan judul *STEAM Implementations for Elementary School Students in Turkey*. Hasil dari penelitian ini tidak ada perbedaan kelas eksperimen dengan kelas kontrol dalam tes skala sikap sains ketika diterapkan pendekatan STEAM dikarenakan waktu yang singkat dalam penerapan pendekatan STEAM.

Terdapat hal yang sama yang dilakukan oleh peneliti Karakuş, (2020) dengan judul *The Effect Of Steam-Based Science Teaching On Steam Performance Design-Based Thinking Skills And Steam Attitudes Of Gifted And*

Talented Students dan peneliti Choi & Hong, (2015) dengan judul *Effects of STEAM Lessons Using Scratch Programming Regarding Small Organisms in Elementary Science-Gifted Education*. Mereka sama-sama meneliti STEAM yang diterapkan pada anak berbakat, pada kelas khusus untuk anak berbakat (gifted). Menariknya dalam dua penelitian ini pendekatan STEAM tidak terlalu memberikan hasil yang baik jika diterapkan pada anak berbakat. Pada penelitian yang dilakukan oleh Karakuş yaitu tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen, disini peneliti menemukan penyebabnya melalui kegiatan observasi yaitu, sikap yang dimiliki siswa berbakat adalah sikap perfeksionis maka mereka akan kurang suka jika bekerja secara kelompok dan lebih memilih bekerja secara mandiri. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Choi dan Hong dalam penelitian mereka yaitu tidak meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah. Peneliti beranggapan hal ini terjadi karena siswa berbakat sudah terbiasa dengan tugas-tugas menantang dan tugas yang sulit sehingga dalam pengukuran pemecahan masalah untuk siswa berbakat tidak terlalu terlihat perbedaannya.

Pendekatan STEAM dapat diterapkan dari tingkatan taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi semua ini tergantung dengan model pembelajaran yang diintegrasikan oleh peneliti dan tahapan pembelajaran yang harus disesuaikan dengan kondisi serta karakteristik siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Barnes et al., (2020) dengan judul *Robot Theater with Children for STEAM Education* hasil penelitian tersebut adalah siswa merasa senang untuk datang ke kelas eskul STEAM, namun projek dari penelitian ini adalah drama menggunakan robot

yang berbasis STEAM kurang berhasil dikarenakan guru yang merancang pembelajaran tersebut sulit dijangkau oleh siswa kelas rendah, guru membuat kerangka drama yang harus dikembangkan siswa terlalu tinggi dan cukup sulit sehingga kurang berhasil dalam membuat karangan drama tersebut. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Quigley et al., (2020) dengan judul *STEAM Designed and Enacted: Understanding the Process of Design and Implementation of STEAM Curriculum in an Elementary School*. Penelitian ini menyampaikan bahwa STEAM telah mengembangkan keterampilan siswa dalam memecahkan masalah. Namun, ketika diterapkan pada siswa kelas rendah guru mengalami kesulitan dalam menyusun pembelajaran yang dapat disesuaikan pada karakteristik siswa kelas rendah sehingga guru merasa perlu berlatih kembali dalam menerapkan pendekatan STEAM pada kelas rendah, sehingga pada penerapan kelas tinggi guru merasa benar-benar menjadi fasilitator dalam pembelajaran. Namun terasa sulit jika diterapkan pada siswa kelas rendah. Dapat disimpulkan bahwa ketika STEAM ingin diterapkan pada kelas rendah, guru harus benar-benar memikirkan bagaimana kompetensi yang terdapat dalam STEAM berkembang pada siswa kelas rendah maka guru harus menyesuaikan dengan karakteristik siswa kelas rendah yang masih bersifat kontekstual berbeda dengan siswa kelas tinggi yang sudah mulai berpikir abstrak.

5. Kesulitan yang Muncul dalam Penerapan STEAM

Pada tiap-tiap penelitian memiliki kendala dan kesulitan-kesulitan yang dirasa, begitupun saat peneliti melakukan penerapan pendekatan STEAM pasti terdapat kesulitan yang muncul. Pada 21 jurnal yang telah direview ditemukan 2 kendala yang selalu muncul dalam review jurnal. Pertama kendala saat guru harus merancang pembelajaran pendekatan STEAM pada siswa kelas rendah. Pendekatan STEAM dapat dilaksanakan pada siswa kelas rendah namun memang kegiatan pembelajaran STEAM akan berbeda ketika diterapkan pada siswa kelas tinggi. Siswa kelas rendah terdiri dari siswa kelas 1, kelas 2 dan kelas 3. Siswa kelas tinggi terdiri dari siswa kelas 4, kelas 5 dan kelas 6. Penerapan pendekatan atau model pembelajaran apapun harus disesuaikan dengan karakteristik siswa ataupun kondisi kelas. Hasil penelitian suatu pendekatan pembelajaran belum tentu akan sama jika diterapkan pada kondisi atau karakteristik siswa yang berbeda. Siswa kelas rendah menurut Piaget berada pada tahapan operasional konkret sehingga dalam proses pembelajarannya harus secara bertahap mulai dari hal-hal yang sederhana yang biasa siswa kelas rendah temui dalam kehidupan sehari-harinya baru menuju ke arah yang kompleks atau lebih sulit. Penerapan pembelajaran pada siswa di kelas rendah perlu diperhatikan urutan logis dalam pembelajaran, keterkaitan pada setiap disiplin ilmu dan cakupan kedalaman materi yang sesuai dengan kondisi siswa (Kawuryan, 2010).

Kendala kedua adalah pada guru, guru merasa perlu terus berlatih dengan instruktur yang ahli dalam bidang STEAM hal ini dijelaskan dalam penelitian

yang dilakukan oleh Quigley. Penelitian yang dilakukan oleh Quigley mendeskripsikan tentang pendekatan STEAM dalam berbagai tingkatan, mula-mula penerapan pada siswa dan perancangan yang didesain oleh guru. Guru mengalami kesulitan dalam merancang scenario masalah yang terkait dengan kehidupan siswa sehari-harinya. Guru berjuang dalam mengembangkan relevansi pembelajaran tersebut dan melakukannya secara konsisten. Selama tahap desain proses perencanaan, integrasi model dan cara dukungan bagi guru untuk membantu siswa memahami relevansi konteks materi yang sesuai dengan keseharian siswa. Hal ini menyiratkan guru bahwa guru membutuhkan waktu khusus dengan pelatih atau teman sejawat agar dapat menciptakan masalah yang relevan, memberikan kesempatan kepada guru untuk menyusun ide, dan memberikan umpan balik kepada guru. Penggambaran dukungan ini sebagai dukungan desain yang berkelanjutan agar memperkuat guru dalam seluruh proses penerapan dan membantu mencegah guru kembali pada pendekatan pembelajaran sebelumnya yang konvensional ataupun monoton atau kembali pada cara mengajar mereka sebelumnya.

Pada pemetaan literatur yang telah disajikan melalui tabel tentang *Higher Order Thinking Skill* melalui pendekatan STEAM pada siswa sekolah dasar diperoleh 21 artikel yang relevan untuk dijadikan bahan literature review. Penelitian ini berasal dari tahun 2013 sampai tahun 2020. Penelitian pada jurnal tersebut dilaksanakan di dalam maupun di luar negeri. Metode penelitiannya pun beragam yang digunakan, artikel-artikel tersebut antara lain metode penelitian kuantitatif, kualitatif sampai *mix method*.

B. Pembahasan

1. Pendekatan STEAM dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa sekolah dasar

Pendekatan STEAM dapat diintegrasikan dengan berbagai model pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik serta kondisi siswa di lapangan. Salah satu pengintegrasian STEAM adalah dengan menggunakan model *project based learning*. Penelitian yang dilakukan oleh Kang, (2019) dengan judul penelitian *A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea* hasil dari wawancara menyatakan mereka lebih fokus pada proses pembelajaran dibandingkan ketika mendengarkan guru melakukan metode mengajar dengan hanya menerapkan ceramah. Salah satu ciri dari pembelajaran STEAM adalah pembelajaran yang berpusat pada siswa, *student centered learning*. Pembelajaran yang dapat meningkatkan *higher order thinking skills* siswa haruslah pembelajaran yang berpusat pada siswa dan guru hanya menjadi fasilitator dalam proses pembelajaran. Siswa sebagai pusat pembelajaran tentu memunculkan kekuatan siswa dan menantang mereka dalam proses pembelajaran sehingga dapat memenuhi tingkat kreativitas dan berpikir kritis siswa (Overby, 2011)

Pendekatan STEAM membantu siswa dalam menghasilkan produk yang dapat mereka gunakan untuk membantu siswa dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-harinya. Pendekatan STEAM mendukung kompetensi yang dibutuhkan di abad 21 yaitu salah satunya kompetensi kolaborasi pada penelitian yang dilakukan oleh Barnes et al., (2017) dengan judul *Child-Robot Theater:*

Engaging Elementary Students in Informal STEAM Education Using Robots.

Barnes menekankan pentingnya sikap kolaboratif dalam menyelesaikan produk yang akan dibuat siswa. Kegiatan kolaboratif yang dilakukan oleh siswa adalah dengan berdiskusi, bernegosiasi, mengalokasikan peran atau pembagian tugas dalam kelompok, dan saling melakukan evaluasi agar produk mereka semakin baik untuk ditampilkan. Kegiatan kolaborasi didalamnya terdapat kegiatan saling mengevaluasi kegiatan yang membutuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam taksonomi Bloom. Mengevaluasi membuat siswa berpikir secara kritis, meningkatkan keterampilan siswa dalam berpikir tingkat tinggi. Evaluasi sangat penting dalam membentuk keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa karena dengan melakukan evaluasi siswa akan tahu bahwa produk yang mereka buat sudah tercapai atau belum, efisien atau tidak, dan termasuk penilaian dalam menganalisis kemampuan siswa (Rozi & Hanum, 2019).

Berangkat dari sebuah masalah untuk dipecahkan siswa, pada Bab II sebelumnya bahwa salah satu ciri pembelajaran dengan yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi adalah pembelajaran yang berangkat dari sebuah masalah untuk dipecahkan bersama oleh siswa. Pada penelitian yang dilakukan oleh Cook & Bush, (2018) dengan judul penelitian *Design thinking in integrated STEAM learning: Surveying the landscape and exploring exemplars in elementary grades*. Penelitian ini menekankan siswa untuk belajar memecahkan masalah. Pendekatan STEAM juga dapat diintegrasikan dengan model pembelajaran *problem based learning*. Kemampuan siswa memecahkan masalah sangat berhubungan dengan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa karena

model pembelajaran ini diyakini mengarahkan pemikiran siswa pada aspek sintesis, aspek evaluasi dan menerapkan konsep yang dipelajari dalam proses pembelajaran (Hmelo & Ferrari, 1997).

Kreativitas menjadi bagian penting dalam pembuatan produk, seperti penelitian yang dilakukan oleh Kim & Kim, (2018) dengan judul penelitian *Development and Application of Art Based STEAM Education Program Using Educational Robot*. Pada penelitian ini kreativitas siswa meningkat karena siswa membuat robot. Kreativitas terkait dengan kemampuan siswa dalam mengembangkan ide-ide atau produk baru sebelumnya (Sani, 2019). Berpikir secara kreatif masuk dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi kategori mencipta. Siswa membuat produk robot kemudian siswa kembangkan tentu hal ini mendorong kreativitas siswa saat membuat produk.

Salah satu pengembangan dari sikap ilmiah adalah berpikir kritis, pada penelitian yang dilakukan oleh Choi bahwa STEAM berpengaruh terhadap sikap ilmiah siswa. Berpikir kritis termasuk dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi. Berpikir kritis termasuk dalam kompetensi yang harus dikembangkan di abad 21 selain kolaborasi dan kreativitas. Siswa diajak untuk berpikir kritis karena siswa dihadapkan pada sebuah masalah yang sesuai dengan situasi terkini, sesuai dengan keseharian siswa kemudian diminta untuk memecahkan masalah tersebut. Kegiatan yang dilakukan inilah yang menyebabkan siswa dituntut untuk berpikir kritis. Siswa harus melakukan penalaran dan menginterpretasikannya.

Metakognitif dalam STEAM, pada penelitian yang dilakukan oleh Bush et al., (2020), yang berjudul *Elementary Students' Steam Perceptions* bahwa terdapat

temuan metakognisi dalam penelitian Bush. Respon siswa saat dilakukan wawancara adalah STEAM memberikan pengalaman dalam mentransformasi persepsi mereka tentang belajar, berpikir dan menerapkan konten pembelajaran.

Hasil wawancara tersebut adalah

“STEAM membantu saya berpikir secara *out of the box*. Saya memikirkan bagaimana ide saya akan membantu generasi saya dan akan berguna bagi bertahun-tahun yang akan datang. STEAM menunjukkan kepada saya cara berpikir yang benar-benar baru”.

Kegiatan pemecahan masalah merupakan cara ideal untuk meningkatkan pemikiran metakognisi siswa, sebagai pemecah masalah yang baik. Siswa harus menganalisis strategi dalam memecahkan masalah dan merefleksikan pemikirannya merupakan cermin keterampilan metakognitif peserta didik. Proses pembelajaran siswa dalam hal ini adalah salah satunya menghasilkan produk. Hal ini terkait dengan dimensi pengetahuan metakognitif dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Salah satu proses pembelajaran yang meningkatkan *higher order thinking skills* dan dijabarkan pada Bab II adalah guru mengajar melalui pertanyaan kemengapaan, *teach through questioning* ajarkan siswa melalui pertanyaan-pertanyaan yang mereka harus mencari tau sendiri jawabannya pada penelitian yang dilakukan oleh Starzinski, (2017) dengan judul *Foundational Elements Of A Steam Learning Model For Elementary School*. Ajarkan melalui pertanyaan merupakan salah satu elemen dasar pada pembelajaran STEAM dan hal ini juga terkait dalam pembelajaran yang meningkatkan keterampilan tingkat tinggi salah satunya adalah pembelajaran yang mengajarkan siswa melalui pertanyaan-pertanyaan. Pertanyaan penting harus dibingkai dengan baik agar dapat menarik minat siswa dalam belajar

Review, refine and improve adalah salah satu proses pembelajaran yang

menerapkan *higher order thinking skills*. Tinjau, perbaiki dan tingkatkan hal ini terlihat pada penelitian yang dilakukan oleh Barnes et al., (2017) dengan judul *Robot Theater with Children for STEAM Education*. Penelitian ini memberikan tabel target penyelesaian proyek yang akan diselesaikan sesuai minggu yang ditetapkan. Guru membuat jadwal dimana tiap minggu sebelum presentasi yang dilakukan oleh siswa dengan meninjau naskah drama yang dibuat siswa dan meminta siswa untuk memperbaiki cerita tersebut agar cerita tersebut semakin baik. Tahapan pembelajaran STEAM memiliki keterkaitan dengan proses pembelajaran yang meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pendekatan STEAM dapat meningkatkan *higher order thinking skills* siswa. Proses pembelajaran yang berpusat pada siswa, siswa belajar secara kolaborasi, siswa belajar dengan memecahkan masalah melalui pertanyaan-pertanyaan yang diajukan guru, siswa belajar dengan mengembangkan kemampuan berpikir kreatif dan kritis, siswa belajar dengan dimensi metakognitif, guru memfasilitasi siswa dengan melakukan peninjauan, dan meningkatkan kinerja siswa dalam pembelajaran. Proses yang terdapat dalam STEAM terkait dengan pembelajaran yang bercirikan *higher order thinking skills*.

2. Analisis Langkah-Langkah Pendekatan STEAM

Pada bagian ini peneliti akan membahas dan menganalisis langkah-langkah dalam pendekatan STEAM. Berdasarkan kumpulan jurnal yang telah dianalisis terdapat banyak kesamaan dalam melaksanakan pendekatan STEAM. Langkah-

langkah pendekatan STEAM, sebagai berikut:

a. Asking Questions and Defining Problems

Pertanyaan yang mendasar sebagai pengajuan masalah kepada siswa sehingga membuat siswa terbentuk rasa empatinya untuk dapat membantu membuat situasi menjadi lebih baik dengan memecahkan masalah tersebut. Pertanyaan-pertanyaan ini adalah pertanyaan ilmiah saintifik. Penelitian yang dilakukan oleh Gross & Gross, (2016), tahap pertama dalam pelaksanaan pembelajaran berbasis STEAM adalah mendefinisikan terlebih dahulu sebuah masalah dengan siswa mendefinisikan masalahnya maka akan membentuk pemikiran siswa secara konstruktivis.

Contoh pertanyaan yang berlandaskan sains:

1. Mengapa itu dapat terjadi?
2. Apa yang terjadi?

Contoh pertanyaan *engineering*:

1. Apa yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan tersebut?
2. Bagaimana mengembangkan alat tersebut?

Contoh pertanyaan ketika menggabungkan sains dan *engineering*:

1. Bagaimana seseorang dapat mengkomunikasikan sebuah fenomena, bukti dan bagaimana mendesain sebuah solusi?

Mengajukan sebuah pertanyaan menjadi sangat penting untuk membiasakan siswa berpikir secara ilmiah, dengan mengajukan pertanyaan membantu siswa siswa menjadi konsumen ilmiah yang kritis akan pengetahuan.

b. Developing and Using Models

Pada tahap ini guru menggunakan media pembelajaran untuk dapat membangun hipotesa siswa terhadap sebuah masalah yang telah diajukan. Penerapannya dapat dengan guru memberikan sebuah paparan dalam bentuk grafik penggunaan energi yang tak dapat diperbarui di bumi dan dampaknya terhadap kehidupan bumi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Saddhono et al., (2020), siswa akan mengamati terlebih dahulu penjelasan guru tentang pelajaran dari masalah yang diberikan, guru akan memberikan gambaran dari masalah mereka dapat berupa gambaran grafik tentang penggunaan energi dalam sehari-hari atau simulasi berupa video bagaimana jika energi yang tak dapat diperbarui kemudian habis di masa mendatang.

c. Planning and Carrying Out Investigations Scientific investigation

Pada tahap ini siswa akan melakukan observasi dan melakukan eksplorasi mencari hubungan sebab akibat terhadap masalah yang diberikan. Siswa mencari data sebanyak-banyaknya dapat dengan menggunakan laboratorium, atau dengan meninjau langsung lokasi. Penelitian yang dilakukan oleh Das, (2020), disini siswa benar-benar mengeksplorasi ide dan kemampuan mereka dalam kelompok selama 6 minggu siswa melakukan perencanaan mereka menggunakan laboratorium sebagai uji coba mereka dalam penggunaan mesin gergaji, sehingga hasilnya siswa dapat membuat produk dan meluncurkan bisnis mereka.

d. Analyzing and Interpreting Data

Siswa dalam tahapan ini akan melaksanakan analisa data selama masa observasi siswa. Maka dalam tahapan ini juga siswa akan melaporkan hasil temuan mereka. Mereka dapat sajikan hasil temuan mereka. Cook & Bush, (2018) dalam penelitiannya juga menghadirkan tahapan dimana siswa melakukan penyajian data dari hasil observasi siswa. Mula-mula siswa melihat masalah di sekitarnya, yaitu anak TK yang mengalami kehilangan tangannya. Siswa dalam penelitian ini tergerak hatinya untuk membantu anak TK yang mengalami kehilangan tangan ini dengan merancang tangan prostetik yang dapat digunakan saat kelas computer. Siswa mencari tau terlebih dahulu susunan dan kerangka tulang manusia, menjelajahi orang-orang yang memiliki hal serupa yaitu kehilangan sebagian lengannya, siswa juga melakukan observasi cara-cara hewan lain menggunakan tangganya seperti tupai yang menggunakan ekor untuk menggenggam pohon, dan bagaimana hewan tokek memiliki zat lengket di jari mereka. Mereka coba sajikan dan dalam buku catatan mereka, mereka juga membuat skema dalam catatan mereka sebelum mereka gunakan *tinkercard*, yaitu mendesain digital secara tiga dimensi.

e. Using Mathematics and Computational Thinking

Matematika dan alat komputasi, tahapan ini siswa menggunakan matematika dan pemikiran secara komputasi dalam mengembangkan solusi

mereka. Matematika menjadi salah satu disiplin ilmu yang digunakan dalam pendekatan ini. Quigley et al., (2020) dalam penelitian mereka terhadap siswa di sekolah contohnya membuat kaki palsu, prototype solusi menghadapi polusi. Contohnya dalam pembuatan tangan atau kaki palsu, penggunaan matematika menjadi bagian yang penting dalam mengukur panjang desain kaki dan tangan palsu yang ingin dibuat dan penggunaan prototype sebagai solusi mengatasi polusi. Pembuatan prototype ini menggunakan pemikiran komputasi. Sehingga berbagai disiplin ilmu dapat digabungkan hingga menjadi solusi dalam pemecahan masalah.

f. Constructing Explanations and Designing Solutions

Tahapan ini adalah tahapan siswa mulai merancang sebuah solusi, siswa membangun penjelasan dan pemahamannya tentang sebuah masalah kemudian dilanjutkan dengan merancang sebuah solusi. Oh et al., (2013) melaporkan hasil penelitiannya bagaimana siswa mendesain sebuah solusi agar siswa dapat melestarikan biosfer dan menyelamatkan organisme-organisme kecil dalam ekosistem, agar ekosistem tetap terjaga dengan baik. Siswa mendesain penampilan, karakteristik dan lingkungan dimana organisme kecil dapat hidup melalui pemrograman scratch. Pendekatan STEAM membuat siswa merasa lebih empati dengan lingkungan sekitar sehingga siswa ingin melakukan sesuatu yang dapat membantu dunia menjadi lebih baik.

g. Engaging in Argument from Evidence

Solusi yang siswa buat dan temukan agar menjadi lebih baik adalah menyatukan ide bersama-sama. Dalam pendekatan STEAM, siswa akan melaksanakan atau mempresentasikan hasil kerja mereka dengan kelompok lain, guna saling melengkapi informasi yang kelompok lain temukan, sehingga pemahaman mereka menjadi utuh. Sehingga siswa saling berkolaborasi dan menjadi kritis dalam menanggapi presentasi yang kelompok lain lakukan. Siswa yang melakukan presentasi dapat menerima ataupun menyanggah pendapat tersebut dengan bukti-bukti yang mereka temukan..

h. Obtaining, Evaluating, and Communicating Information

Tahap ini pun guru sudah melaksanakan penilaian, Penilaian ini dapat dilakukan dengan penilaian proyek dan mengukur pemahaman siswa dengan melaksanakan penilaian yang memberikan soal yang merujuk pada keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa. Akhir dari tahapan ini adalah dengan siswa melakukan showcase, menginformasikan hasil dari penemuan mereka. Showcase ini dapat mengundang orang tua agar orang tua dapat melihat secara langsung bagaimana siswa dapat menjelaskan fenomena yang siswa pelajari, atau dapat berupa showcase yang dapat mengundang siswa dari kelas lain, baik kakak kelas maupun adik kelas. Tahap ini siswa dapat membuat unjuk kerja berupa poster sebagai bahan penjelasan siswa dan produk sebagai solusi yang siswa ingin tampilkan. Penelitian yang

dilakukan oleh DAS dengan judul penelitiannya *Taking a Bandsaw to 1st Grade: Transforming Elementary School through Hands-on STEAM Education (Evaluation)*. Dalam tahapan ini memang siswa sedikit mengalami kesulitan dalam mempresentasikan karya mereka. Berkomunikasi kepada audiens menjadi keterampilan yang penting bagi siswa. Namun, proses pembiasaan ini jika dilatih maka akan menjadi terbiasa. Jika siswa terbiasa untuk menggunakan pendekatan STEAM maka keterampilan-keterampilan abad 21 yang dibutuhkan siswa nantinya telah siswa dapatkan.

Pendekatan STEAM menjadikan siswa bertanya seperti ilmuwan, mendesain seperti seseorang yang ahli teknologi, membangun seperti seorang insinyur, membuat seperti seorang seniman, dan menyimpulkan seperti matematikawan.

3. Penerapan Pendekatan STEAM dalam Meningkatkan *Higher Order Thinking Skills* dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar

Penelitian yang dilakukan oleh Adriyawati et al., (2020) dengan judul *STEAM-Project-Based Learning Integration to Improve Elementary School Students' Scientific Literacy on Alternative Energy Learning*. Pada artikel ini Adriyawati menjelaskan proses pembelajaran IPA di sekolah dasar dengan pendekatan STEAM.

Pertama-tama dalam proses pembelajaran ini guru hanya menjadi fasilitator bagi siswa. Guru membentuk kelompok untuk rencana pengembangan proyek STEAM tentang energi alternatif. Tahap pertama yang dilakukan adalah

dengan mengambil sumber yang terkait dengan materi dan definisi konsep. Tahap kedua guru memberikan pelajaran IPA, guru membimbing diskusi agar pemahaman tersebut relevan dengan proyek yang akan siswa buat. Guru mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan sains, teknologi, teknik, seni dan matematika kemudian menentukan proyek dan produk pada tahap penentuan. Pada tahap ini siswa menghadirkan tantangan tersendiri bagi siswa berkreasi dalam menerapkan pengetahuan tentang IPA ke dalam masalah nyata di keseharian siswa. Dalam proses pembelajaran terjadi interaksi siswa dan guru melalui tanya jawab. Tahap selanjutnya siswa berkolaborasi dan bekerja sama dengan anggota lain dalam grup mereka. Mendukung pemahaman siswa tentang energi alternatif guru memberikan siswa video tentang contoh pembangkit listrik. Siswa membuat daftar alat dan bahan yang dibutuhkan dalam membuat produk.

Tabel 4.1 Integrasi STEAM pada Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Surya

IPA	Teknologi	Teknik	Seni	Matematika
Konsep energi alternatif	Membuat alat pembangkit listrik tenaga surya	Pembuatan desain pada alat	Menghiasi produk berdasarkan kreativitas siswa	Perhitungan waktu dalam membuat alat

Konsep Kelistrikan		Menghubungkan sirkuit listrik yang sesuai agar lampu LED menyala	Membuat miniatur	Konsep matematika untuk menemukan ukuran yang tepat.
-----------------------	--	--	---------------------	---

Kemudian siswa dinilai menggunakan rubrik penilaian. Tahap terakhir adalah tahap komunikasi pada tahap ini siswa diberikan kesempatan untuk mempresentasikan hasil proyek dan observasi mereka selama proses pengerjaan produk STEAM tentang energi alternatif. Dalam proses pembelajaran dengan pendekatan STEAM tersebut memungkinkan siswa bekerja secara kolaboratif, siswa memiliki rasa ingin tahu melalui pembelajaran dengan pendekatan STEAM. Karakteristik IPA dieksplorasi dalam topik energi. Penelitian yang dilakukan oleh Adriyawati saat melakukan wawancara siswa telah memiliki pemahaman tentang karakteristik energi sebelumnya. Hal ini membuktikan bahwa penerapan STEAM dalam materi tentang energi alternatif mampu menumbuhkan peluang untuk meningkatkan kreativitas dan inovasi siswa dalam memecahkan masalah yang sesuai dengan keseharian siswa. Proses inilah yang juga dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa.