

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Penelitian

Penerapan pembelajaran dengan model *student-centered* menjadi salah satu langkah solutif dalam mengubah paradigma pembelajaran yang awalnya hanya berpusat kepada guru (Mustofa & Hindun, 2023). Hal ini menandai terjadinya pergeseran model pembelajaran yang sebelumnya hanya berfokus pada transfer pengetahuan dengan metode ceramah saja. Ini dikarenakan metode ceramah disinyalir memiliki beberapa kelemahan, salah satunya dalam melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran (Prameswara & Pius, 2023).

Salah satu pendekatan atau model pembelajaran yang dianggap sebagai langkah solutif adalah penerapan model pembelajaran berbasis proyek atau *Project Based Learning* (PjBL). Pada model ini, peserta didik secara aktif terlibat pengembangan suatu desain dan produk. Model pembelajaran PjBL menekankan keterlibatan peserta didik dalam proyek-proyek nyata yang relevan dengan kehidupan mereka, memungkinkan mereka untuk mengeksplorasi masalah, merancang solusi, dan mengembangkan keterampilan kolaborasi, komunikasi, serta berpikir kritis melalui proses pembelajaran berbasis proyek (Astuti dkk., 2025).

Meskipun arahan penggunaan model pembelajaran PjBL telah dicontohkan dalam buku panduan pemerintah, implementasinya di lapangan masih menghadapi tantangan (Sutia dkk., 2022). Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan guru dalam merancang proyek yang tidak hanya aplikatif, tetapi juga relevan dengan perkembangan teknologi saat ini. Padahal, integrasi teknologi dalam proyek pembelajaran dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik serta memperkuat pemahaman konsep-konsep sains secara kontekstual. Hal ini mendorong perlunya pemetaan kondisi riil di lapangan sebagai dasar pengembangan strategi pembelajaran yang lebih adaptif.

Hasil observasi awal yang dilakukan pada 12 sekolah di Kabupaten Bandung dan 15 sekolah di Kabupaten Subang pada tahun 2024 menunjukkan bahwa

mayoritas guru belum menerapkan pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi dalam pembelajarannya. Sebagian guru mengungkapkan bahwa mereka kurang memahami perkembangan teknologi saat ini. Hal ini juga disebabkan oleh perkembangan teknologi yang sangat pesat dalam dua dekade ini. Padahal, penerapan teknologi dalam pembelajaran dapat digunakan sebagai media pembelajaran atau alat dukung proses pembelajaran untuk memudahkan peserta didik dalam memahami konsep dan materi.

Salah satu inovasi yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran adalah dengan memanfaatkan mikrokontroler sebagai bagian dari teknologi sistem otomasi (Abdiakhmetova dkk., 2024). Mikrokontroler sebagai *chip* atau otak dari perangkat elektronik dapat membantu guru dalam proses pembelajaran khususnya pada materi-materi yang melibatkan teknologi, seperti simulasi kapal selam, visualisasi data, dan lainnya. Melalui mikrokontroler ini, guru dapat melengkapinya dengan berbagai sensor dan aktuator untuk mengembangkan proyek yang sesuai.

Saat ini penerapan teknologi mikrokontroler dalam pembelajaran di sekolah masih terbatas. Penyebabnya adalah seringkali teknologi mikrokontroler diasosiasikan dengan bidang teknik elektro atau *engineering*, sehingga dianggap sebagai materi pembelajaran tingkat lanjut. Padahal, integrasi antara sains dan teknologi melalui pembelajaran berbasis sistem otomasi sangat penting untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif kepada peserta didik. Pendidikan seharusnya mengajarkan konsep otomasi dan teknologi sejak dini, salah satunya melalui proyek berbasis teknologi di kelas (Kondoyanni dkk., 2024). Contoh proyek tersebut meliputi pembuatan miniatur *smart farming*, *smart home*, miniatur *smart car*, sistem anti tenggelam, dan lainnya (Golshekan, 2022; Thilakarathne dkk., 2025). Inovasi-inovasi ini dapat memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik tentang bagaimana teknologi bekerja dalam kehidupan nyata, sehingga memperkuat pembelajaran sains dan teknologi secara simultan.

Terdapat beberapa penelitian yang berkaitan dengan pembelajaran berbasis proyek. Hasil penelitian Zhang & Ma (2023) menunjukkan bahwa dibandingkan

dengan model pembelajaran tradisional, pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*) secara signifikan meningkatkan hasil belajar peserta didik dan memberikan kontribusi positif terhadap pencapaian akademik, sikap afektif, dan keterampilan berpikir, terutama dalam hal pencapaian akademik. Hal ini juga diamini berdasarkan hasil penelitian Biazus & Mahtari (2022) yang memaparkan bahwa mode PjBL berdampak signifikan terhadap keterampilan berpikir kreatif peserta didik sekolah menengah.

Pada penelitian terkait sistem otomasi pada pembelajaran, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang membahas terkait penerapan dan efektivitasnya. Salah satunya penelitian penerapan sistem kontrol suhu dan deteksi gerakan di laboratorium (Muksin dkk., 2021). Terdapat juga penelitian terkait soft sensor menggunakan Artificial Neural Network (ANN) untuk menggantikan sensor fisik tradisional pada sistem penyediaan air (Alencar dkk., 2024).

Hasil penelitian Joventino dkk. (2023) memaparkan bahwa penggunaan simulator dalam pembelajaran robotika mampu meningkatkan kemampuan teknis peserta didik, baik di tingkat K-12 maupun perguruan tinggi, termasuk dalam konteks pendidikan khusus. Selain itu, pembelajaran ini dapat dimulai dengan mengenalkan peserta didik pada komponen dasar dan proyek sederhana berkaitan dengan sistem otomasi (Hercog dkk., 2023). Dengan demikian, peserta didik dapat mempelajari konsep dasar dari proyek sistem otomasi berdasarkan algoritma kerjanya.

Sistem otomasi berhubungan erat dengan kemampuan berpikir komputasi. Berdasarkan hasil penelitian Zeng dkk. (2022), pembelajaran berbasis sistem otomasi menggunakan kit iArm atau mekanisme lengan robot dapat membantu kemampuan berpikir komputasi peserta didik. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian Serrano dkk. (2024) terkait intervensi peran gender pada pembelajaran sains dan matematika melalui penerapan berpikir komputasi dalam robotika. Hasilnya, penerapan robotika edukatif dalam pengajaran sains dan matematika memungkinkan peningkatan kemampuan berpikir komputasi di kalangan calon guru, sekaligus mengurangi kesenjangan gender yang diamati dalam pengembangan keterampilan ini.

Selain berpikir komputasi, sistem otomasi juga berhubungan dengan kemampuan kreativitas atau berpikir kreatif seseorang (Suwarsono & Muhid, 2020). Berpikir kreatif dapat dihasilkan dari berpikir divergen dan konvergen (Childs dkk., 2022). Kedua berpikir ini erat kaitannya dengan bagaimana seseorang menemukan ide dan memilih ide yang tepat untuk menyelesaikan suatu permasalahan (Stoeffler & Daley, 2023). Termasuk proyek sistem otomasi yang bertujuan untuk menjawab suatu permasalahan yang ada melalui sistem kerja mesin. Kreativitas ini dapat dikembangkan salah satunya melalui kesediaan untuk mencoba dan motivasi untuk membuat sesuatu (He & Chiang, 2024). Sehingga, pemikiran dan ide dapat berkembang berdasarkan proses yang telah dilakukan.

Namun, di Indonesia khususnya masih terdapat banyak sekolah yang belum mengoptimalkan pengembangan kemampuan berpikir komputasi peserta didik (Abidin dkk., 2023). Kemampuan ini padahal sangat penting di era digital untuk membekali peserta didik dalam menghadapi tantangan abad ke-21. Sayangnya, hal ini belum menjadi fokus utama dalam proses pembelajaran di sebagian besar sekolah.

Selain belum optimalnya pengembangan berpikir komputasi, pembelajaran di sekolah juga masih kurang memberikan stimulus yang memadai dalam pengembangan berpikir kreatif, khususnya dalam *product oriented* (Angely, 2024). Pembelajaran yang berlangsung cenderung bersifat rutin dan belum banyak menghadirkan tantangan yang dapat merangsang kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Padahal, pemanfaatan sistem otomasi dalam kegiatan belajar dapat menjadi pendekatan yang efektif untuk menumbuhkan kedua jenis kemampuan tersebut secara bersamaan.

Di sisi lain, guru masih menghadapi keterbatasan dalam hal model atau desain pembelajaran yang dapat langsung diterapkan di kelas. Banyak guru belum memiliki akses terhadap contoh desain pembelajaran yang konkret, aplikatif, dan sesuai dengan konteks pembelajaran abad ke-21 (Chevalier dkk., 2022). Padahal, keberadaan contoh desain pembelajaran yang sistematis sangat dibutuhkan agar guru dapat melaksanakan proyek berbasis sistem otomasi secara efektif untuk

menguatkan kemampuan berpikir komputasi dan kreativitas peserta didik (Iwata dkk., 2020).

Dari paparan di atas, peneliti tertarik untuk mengembangkan sebuah model pembelajaran proyek yang menggunakan pembuatan sistem otomasi sebagai objek proyeknya. Model pembelajaran ini ditujukan untuk mengetahui bagaimana skala berpikir kreatif peserta didik serta bagaimana kemampuan komputasinya. Proyek ini didasarkan pada materi terkait fluida pada kelas XI. Sehingga, proyek yang dibuat berkaitan dengan pemanfaatan proyek sistem otomasi yang berkaitan dengan permasalahan mengenai air. Oleh karena itu, peneliti bertujuan untuk meneliti terkait “Integrasi Pembelajaran Berbasis Proyek Sistem Otomasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Komputasi Dan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik”. Kebaruan dari penelitian ini adalah pengembangan model pembelajaran fisika berbasis proyek teknologi sistem otomasi pada materi fluida.

### **B. Rumusan Masalah Penelitian**

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengembangan desain pembelajaran proyek berbasis teknologi sistem otomasi pada materi fluida statis?
2. Bagaimana proses pelaksanaan desain pembelajaran proyek berbasis teknologi sistem otomasi pada materi fluida statis?
3. Bagaimana kemampuan berpikir komputasi peserta didik setelah penerapan pembelajaran proyek berbasis teknologi sistem otomasi pada materi fluida statis?
4. Bagaimana kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada pembelajaran proyek berbasis teknologi sistem otomasi pada materi fluida statis?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah penelitian di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengembangkan desain pembelajaran proyek berbasis teknologi sistem otomasi pada materi fluida statis.

2. Untuk memahami proses pelaksanaan desain pembelajaran proyek berbasis teknologi sistem otomasi pada materi fluida statis.
3. Untuk mengetahui kemampuan berpikir komputasi peserta didik setelah penerapan pembelajaran pembelajaran proyek berbasis teknologi sistem otomasi pada materi fluida statis.
4. Untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada pembelajaran proyek berbasis teknologi sistem otomasi pada materi fluida.

#### **D. Manfaat Penelitian**

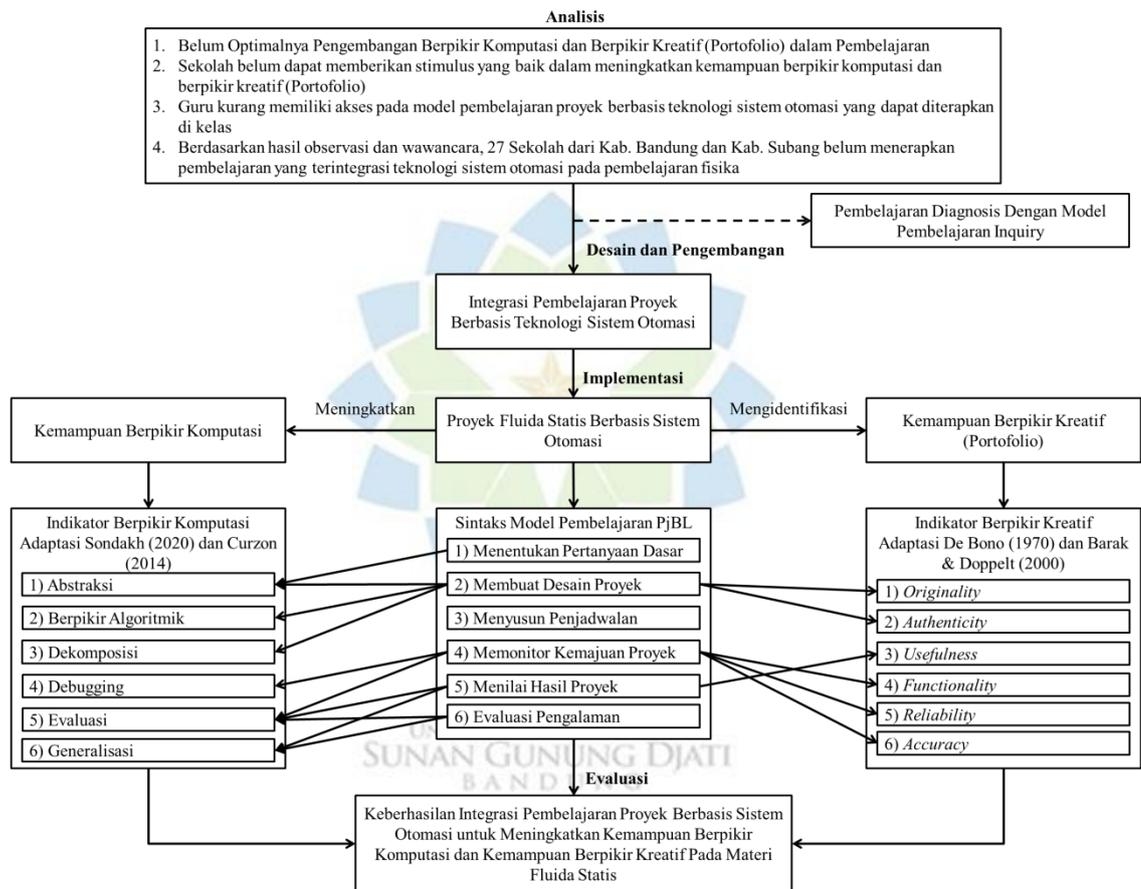
Penelitian terkait sistem otomasi atau teknologi terotomatisasi memiliki banyak manfaat yang signifikan terutama dalam konteks pendidikan dan perkembangan teknologi modern. Manfaat praktis dari teknologi sistem otomasi ini mencakup penciptaan lingkungan belajar yang lebih interaktif dan praktis. Salah satunya dengan memanfaatkan mikrokontroler, peserta didik dapat merancang dan menguji proyek-proyek sistem otomasi sederhana yang tidak hanya meningkatkan pemahaman peserta didik tentang konsep teknologi tetapi juga mengembangkan keterampilan praktis yang relevan dengan industri saat ini.

Manfaat teoritis mencakup integrasi teknologi mutakhir ke dalam kurikulum sains. Dengan memasukkan elemen-elemen teknologi seperti sensor, mikrokontroler, dan jaringan komunikasi antar perangkat dalam pelajaran sains, peserta didik tidak hanya belajar teori tetapi juga aplikasi praktis dari pengetahuan mereka. Ini mempersiapkan mereka untuk tantangan masa depan dan kebutuhan industri teknologi yang terus berkembang. Menggunakan sistem otomasi dalam pendidikan sains membantu peserta didik mengembangkan keterampilan teknis dan pemecahan masalah. Peserta didik belajar bagaimana merancang, membangun, dan memprogram sistem otomasi yang melibatkan pemahaman mendalam tentang elektronik, pemrograman, dan komunikasi data. Keterampilan ini sangat berharga di pasar kerja saat ini, di mana permintaan untuk profesional dengan keahlian teknis yang kuat terus meningkat. Teknologi sistem otomasi juga memberikan platform yang kaya untuk inovasi dan kreativitas. Peserta didik didorong untuk merancang solusi kreatif untuk masalah nyata menggunakan teknologi sistem otomasi. Ini tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir

kritis mereka tetapi juga menumbuhkan semangat kewirausahaan dan inovasi, yang penting untuk kemajuan teknologi dan ekonomi.

### E. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah diuraikan, disusun skema alur kerangka pemikiran penelitian seperti pada Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 Alur Kerangka Pemikiran

Berdasarkan Gambar 1.1, latar belakang penelitian ini diawali dengan masih terbatasnya penerapan proyek sistem otomasi dalam pembelajaran, belum optimalnya pengembangan kemampuan berpikir komputasi dan berpikir kreatif (portofolio) berbasis proyek teknologi sistem otomasi, dan banyak guru tidak memiliki akses pada desain atau model pembelajaran yang sesuai untuk menerapkannya di kelas, khususnya mata pelajaran fisika. Hal ini dikarenakan teknologi sistem otomasi umumnya digunakan di materi Teknik Elektro atau

*Engineering*. Akan tetapi, peserta didik harus dapat beradaptasi dengan perubahan zaman. Salah satunya otomatisasi yang dibawa oleh industri saat ini. Dengan demikian, perlu adanya pengenalan dan pembelajaran berbasis teknologi sistem otomatisasi di sekolah. Salah satunya dalam bidang pembelajaran sains.

Hal ini juga dilatar belakangi oleh hasil observasi lapangan pra penelitian yang dilakukan peneliti di 27 sekolah yang berasal dari Kab. Bandung dan kab. Subang bahwa pembelajaran di kelas khususnya materi fluida masih menggunakan eksperimen sederhana sebagai proyeknya. Faktanya, pemerintah menekankan proses pembelajaran dilaksanakan dengan berorientasi pada pengalaman langsung. Dengan demikian, peneliti menambahkan variabel kemampuan berpikir komputasi dan kemampuan berpikir kreatif. Aspek berpikir komputasi ditambahkan dengan tujuan untuk melihat bagaimana proses peserta didik dalam merancang proyek dan menyelesaikan masalah yang melibatkan komputer dan coding (Ribeiro dkk., 2017). Adapun aspek berpikir kreatif dilakukan untuk melihat bagaimana kreativitas produk yang dibuatnya.

Berpikir komputasional adalah sebuah proses berpikir yang melibatkan pemahaman dan penerapan konsep-konsep ilmu komputer untuk merumuskan solusi terhadap masalah-masalah yang dihadapi (Wing, 2006). Meskipun berakar dari bidang ilmu komputer, berpikir komputasi diterapkan dalam berbagai bidang lain termasuk seni, sains, humaniora, dan ilmu sosial. Dalam era Revolusi Industri Keempat, keterampilan seperti pemikiran analitis dan inovasi, desain teknologi, pemrograman, pemikiran kritis dan analisis, pemecahan masalah kompleks, serta analisis dan evaluasi sistem menjadi semakin penting di dunia kerja. Berpikir komputasi khususnya memperkuat kemampuan untuk memecahkan masalah kompleks yang sering kali melibatkan situasi dunia nyata yang sulit dan tidak terdefinisi dengan jelas.

Indikator keterampilan berpikir komputasi yang digunakan dimodifikasi dan diadaptasi dari Sondakh dkk. (2020) dan Curzon dkk. (2014). Indikator keterampilan berpikir komputasional terdiri dari 6 indikator utama yang diturunkan menjadi beberapa sub indikator. Uraian dari indikator tersebut adalah sebagai berikut.

1. Abstraksi merupakan kemampuan untuk mengurangi kompleksitas masalah dengan menghilangkan detail yang tidak perlu dan membuat model masalah yang tepat (Angeli dkk., 2016). Sehingga, sub indikator abstraksi dibagi menjadi dua, yakni menghilangkan detail yang tidak sesuai dan membuat model yang tepat. Menghilangkan detail yang tidak perlu merujuk pada melakukan evaluasi awal dan memfilter informasi yang berharga (Mueller dkk., 2017). Sedangkan membuat model yang tepat merujuk pada kemampuan membuat model solusi berdasarkan informasi yang telah difilterisasi (Angeli dkk., 2016).
2. Berpikir algoritmik adalah kemampuan untuk merumuskan instruksi langkah demi langkah untuk menyelesaikan masalah (Korkmaz dkk., 2017; Shute dkk., 2017). Indikator ini dibagi menjadi enam sub indikator. Pertama, *sequence section* merupakan kemampuan untuk menyusun langkah-langkah solutif untuk permasalahan menggunakan kata-kata eksplisit. Kedua, berpikir prosedural merupakan identifikasi, pemilihan, dan pelaksanaan dari langkah-langkah solutif untuk menyelesaikan permasalahan. Ketiga, kondisional merupakan kemampuan untuk memutuskan sesuatu bergantung pada kondisi yang dihadapi. Keempat, pengulangan mewakili iterasi terhadap intruksi atau langkah-langkah yang dilalui. Kelima, *paralellisme* merupakan kemampuan untuk dapat multitasking atau pelaksanaan instruksi secara bersamaan dengan simultan. Terakhir, penalaran logis yang menandakan kemampuan untuk melakukan penalaran dan mengambil kesimpulan berdasarkan informasi yang ditemukan.
3. Automatisasi berkaitan dengan penggunaan mesin yang beroperasi secara otomatis. Dalam berpikir komputasional, otomatisasi menunjukkan penggunaan alat untuk mengimplementasikan solusi yang telah dirancang.
4. Dekomposisi berkaitan dengan kemampuan untuk memecahkan masalah menjadi sub-sub masalah yang lebih kecil. Pada indikator ini, dibagi menjadi dua, yakni *divide and conquer* yakni kemampuan untuk membagi masalah menjadi lebih kecil dan mudah dikelola. Kedua, *modularizing* yakni

kemampuan untuk menyusun kembali bagian-bagian kecil solusi menjadi satu kesatuan yang lengkap (Angeli dkk., 2016).

5. Evaluasi adalah kemampuan untuk menganalisis kinerja solusi, memperbaiki, dan mengoptimalkan solusi terhadap masalah. Indikator ini dibagi menjadi 3 sub indikator. Pertama, *Performance evaluation* berkaitan dengan menilai kelengkapan, efektivitas, efisiensi, dan kegunaan solusi. Kedua, penyempurnaan iterasi berkaitan dengan meningkatkan ketepatan solusi. Ketiga, optimasi berkaitan dengan penggunaan sumber daya.
6. Generalisasi adalah kemampuan untuk mengenali bagian-bagian solusi yang diterapkan pada masalah sebelumnya yang mungkin dapat digunakan kembali atau diterapkan pada masalah serupa. Indikator ini dibagi menjadi tiga sub indikator. Pertama, *reuse* menggambarkan penggunaan kembali solusi yang ada untuk menyelesaikan masalah serupa. Kedua, *remix* menggambarkan penggabungan hasil kerja seseorang dengan orang lain. Ketiga, *pattern recognition* menggambarkan identifikasi pola dan kesamaan dalam masalah.

Berpikir kreatif merupakan sintesis antara berpikir lateral dan berpikir vertikal. Berpikir lateral adalah proses generatif yang bertujuan menghasilkan ide-ide baru dengan cara berpikir non-linear, bebas dari kategori atau klasifikasi tetap. Pendekatan ini memungkinkan lompatan ide dan eksplorasi arah baru tanpa harus memastikan keakuratan di setiap langkahnya. Sedangkan, berpikir vertikal bersifat selektif dan sekuensial, dengan fokus pada pengembangan ide yang sudah ada dan memeriksa keabsahannya berdasarkan kriteria objektif. Dengan demikian, berpikir kreatif adalah lahirnya inovasi yang muncul dari sinergi antara eksplorasi bebas (lateral) dan validasi terarah (vertikal) (De Bono, 1970).

Adapun indikator yang digunakan untuk mengukur skala kemampuan berpikir kreatif peserta didik berdasarkan portofolio yang diadaptasi dari (Barak & Doppelt, 2000). Indikator berpikir kreatif dengan fokus pada portofolio terdiri dari 6 indikator utama. Setiap indikator ini terdiri dari 4 tahapan atau level. Pertama, *Awareness of Thinking*. Pada level ini, peserta didik mulai menginginkan atau menyadari kebutuhan akan produk. Sehingga, ia mengikuti contoh yang sudah ada. Kedua, *Observation of Thinking*. Pada level ini, peserta didik mulai

mengadaptasi contoh yang sudah ada dan mulai memberikan sedikit modifikasi atau inisiatif dalam menyesuaikan berdasarkan kebutuhannya. Ketiga, *Thinking Strategy*. Pada level ini, peserta didik mulai berpera aktif dalam melakukan analisis dan mencari berbagai sumber referensi lainnya. Pada tahap ini, peserta didik mulai melakukan penggabungan berbagai komponen atau ide untuk menyesuaikan kebutuhannya. Keempat, *Reflection on Thinking*. Pada level ini, peserta didik mulai menyusun kerangka kreativitasnya. Membuat sesuatu yang unik dan mulai mengembangkan ide-ide kreatif untuk menghasilkan suatu produk yang baru.

