

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Permasalahan energi fosil telah menjadi isu global yang mendesak untuk segera ditangani. Ketergantungan dunia terhadap energi fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam, telah menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap lingkungan, terutama peningkatan emisi karbon yang memperparah pemanasan global (Hasyim dkk., 2024). Selain itu, keterbatasan cadangan energi fosil menimbulkan ancaman terhadap keberlanjutan pasokan energi di masa depan, yang berdampak pada aspek ekonomi, sosial, dan ekologi (Al-Mujaddid dkk., 2024). Pola konsumsi energi fosil yang tidak berkelanjutan ini menuntut adanya transformasi kebijakan energi global menuju arah pembangunan yang lebih berkelanjutan.

Sebagai respons terhadap krisis energi fosil, transisi menuju energi baru dan terbarukan (EBT) menjadi salah satu solusi utama yang terus diupayakan oleh berbagai negara. Energi terbarukan, seperti tenaga surya, angin, air, dan biomassa, merupakan alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan karena berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui (Chandra & Purwanto, 2022). Implementasi teknologi energi terbarukan juga berkontribusi dalam menurunkan emisi gas rumah kaca, memperkuat ketahanan energi nasional, serta mendukung pembangunan berkelanjutan (Farhan, 2024). Oleh karena itu, pemahaman dan penerapan energi terbarukan menjadi agenda prioritas dalam mendukung Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya tujuan ke-7 tentang energi bersih dan terjangkau.

Keberhasilan transisi energi tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan teknologi, tetapi juga oleh kesiapan masyarakat dalam memahami dan mengadopsi energi terbarukan. Hal ini menuntut peningkatan literasi energi, yakni kemampuan untuk menganalisis, mengevaluasi dan mengkreasi energi secara bijaksana dan bertanggung jawab (Zulfah dkk., 2024). Literasi energi yang baik memungkinkan individu memahami dampak penggunaan energi fosil, manfaat energi terbarukan,

serta strategi efisiensi energi (Arwan, 2022). Oleh karena itu, pembelajaran yang mengintegrasikan literasi energi serta pengembangan keterampilan relevan menjadi penting untuk menyiapkan generasi yang peduli terhadap keberlanjutan energi.

Pendidikan memegang peranan strategis dalam membentuk kesadaran, pemahaman, dan keterampilan peserta didik terkait energi terbarukan. Peserta didik sebagai calon agen perubahan perlu mendapatkan pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna agar mampu menginternalisasi nilai-nilai keberlanjutan. Melalui pendidikan berbasis sains yang aplikatif, peserta didik dapat dilibatkan dalam aktivitas pembelajaran yang mendorong mereka untuk mengidentifikasi permasalahan, menganalisis dampak, serta merumuskan solusi kreatif terhadap tantangan energi masa kini (Zulfah dkk., 2024). Dengan demikian, pendidikan menjadi wahana efektif dalam menyiapkan peserta didik menghadapi tantangan global energi berkelanjutan.

Selain literasi energi, peserta didik perlu dilatih dalam keterampilan berpikir kritis, kreatif, serta kemampuan kolaboratif dan komunikasi sebagai bagian dari kompetensi abad ke-21. Kompleksitas permasalahan energi menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dalam mengevaluasi berbagai alternatif solusi secara logis dan inovatif (Iqbal dkk., 2024). Penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran yang mendorong eksplorasi ide, diskusi kolaboratif, serta pemecahan masalah nyata secara signifikan dapat meningkatkan HOTS dan kreativitas peserta didik (Setiawan dkk., 2021). Namun, praktik pembelajaran di sekolah masih menunjukkan bahwa capaian HOTS dan kreativitas siswa belum optimal. Hal ini tercermin dari dominasi soal ujian yang hanya mengukur LOTS, yaitu kemampuan mengingat (C1), memahami (C2), dan menerapkan (C3).

Penelitian sebelumnya mengungkap bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kreativitas siswa, khususnya dalam pembelajaran sains di sekolah menengah, masih tergolong rendah. Penelitian lain menyatakan bahwa pembelajaran konvensional berbasis ceramah cenderung membatasi perkembangan LOTS dan belum menstimulasi siswa untuk menganalisis, mengevaluasi, maupun mencipta (Indahwati dkk., 2023). Padahal, tantangan abad ke-21 memerlukan peserta didik yang memiliki literasi energi dan kemampuan berpikir kritis serta kreatif untuk

merespon persoalan energi global secara inovatif (Shrestha dkk., 2023). Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu secara eksplisit mengembangkan literasi energi, HOTS, dan kreativitas secara simultan.

Literatur terkini menegaskan bahwa HOTS dan kreativitas merupakan kompetensi utama dalam kurikulum nasional maupun global. Model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) telah terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas (Mufidah & Saputra, 2023; Kamaruddin dkk., 2024). Namun, penelitian yang secara khusus mengintegrasikan PjBL dengan pendekatan *Flipped classroom* pada materi energi terbarukan masih terbatas. Diskusi dengan pembimbing menggarisbawahi pentingnya model pembelajaran yang tidak hanya mengembangkan aspek kognitif, tetapi juga menumbuhkan kemandirian, kolaborasi, dan kreativitas peserta didik.

Studi pendahuluan melalui observasi dan wawancara di SMA Pondok Schooling Darul Ilmi Bandung menunjukkan bahwa meskipun soal ujian telah mengacu pada HOTS, proses pembelajaran di kelas belum sepenuhnya mendukung pencapaian tersebut. Upaya penerapan PjBL sudah dilakukan oleh guru, tetapi belum optimal karena keterbatasan waktu, minimnya arahan rinci, serta dominasi metode ceramah. Akibatnya, siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan proyek dan belum mampu mengaitkan produk karyanya dengan konsep energi terbarukan secara mendalam.

Guru telah mengarahkan siswa untuk membuat prototipe energi terbarukan sebagai bagian dari proyek pembelajaran. Namun, pelaksanaan PjBL konvensional menghadapi berbagai hambatan, terutama kebutuhan waktu tatap muka yang panjang dan keterbatasan pengelolaan waktu kelas. Siswa pun kesulitan mengikuti proses karena kurangnya bimbingan sistematis dan tempo pembelajaran yang terlalu cepat. Kondisi ini berdampak pada kualitas proyek yang kurang maksimal dan pemahaman konsep yang belum mendalam. Artinya, meskipun pembelajaran telah mengarah pada PjBL, proses pembelajaran belum sepenuhnya mendukung pengembangan HOTS dan kreativitas siswa secara optimal.

Situasi tersebut menuntut solusi inovatif berupa model pembelajaran yang adaptif terhadap keterbatasan waktu tatap muka, tetapi tetap mempertahankan

esensi pembelajaran berbasis proyek. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa integrasi antara *Flipped classroom* dan PjBL mampu mengatasi hambatan-hambatan tersebut melalui pemindahan aktivitas teori ke luar kelas menggunakan media daring, sehingga waktu tatap muka lebih difokuskan pada kegiatan proyek (Mufidah & Saputra, 2023; Kamaruddin dkk., 2024). Namun, kajian terkait penerapan *Flipped classroom* berbasis proyek khusus pada materi energi terbarukan dengan fokus simultan pada literasi energi, HOTS, dan kreativitas masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan model pembelajaran *Flipped classroom* berbasis proyek sebagai solusi untuk mengoptimalkan pembelajaran energi terbarukan yang lebih efektif, efisien, dan bermakna.

Sebagai jawaban atas rendahnya kemampuan HOTS dan kreativitas peserta didik dalam pembelajaran energi terbarukan, penelitian ini mengadopsi pendekatan konstruktivisme. Konstruktivisme memandang belajar sebagai proses aktif dimana peserta didik membangun pengetahuan melalui interaksi dengan lingkungan dan pengalaman nyata (Fadhilah dkk., 2023). Dalam konteks pembelajaran sains, pendekatan ini menuntut guru menciptakan situasi belajar yang memungkinkan siswa untuk mengamati, bertanya, berdiskusi, dan menyelesaikan masalah agar mampu mengaitkan konsep baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki (Iskandar, 2023). Pendekatan ini relevan dalam pembelajaran energi terbarukan yang berbasis proyek dan kontekstual.

Untuk mendukung pendekatan konstruktivisme, pemilihan model pembelajaran yang tepat menjadi hal esensial. Kombinasi *Flipped classroom* dengan sintaks PjBL merupakan alternatif yang relevan. Model ini mengintegrasikan pembelajaran mandiri (melalui video dan modul daring) dengan kegiatan kolaboratif berbasis proyek di kelas. *Flipped classroom* memungkinkan peserta didik menguasai teori secara mandiri, sedangkan sesi tatap muka dimanfaatkan untuk eksplorasi, diskusi, dan praktik melalui proyek yang dirancang siswa (Bergmann & Sams, 2012; Nugraha dkk., 2023). Model ini sejalan dengan prinsip konstruktivisme karena menempatkan peserta didik sebagai pelaku utama dalam proses belajar.

Keberhasilan implementasi model juga dipengaruhi oleh media pembelajaran. Dalam pendekatan *Flipped classroom*, media berbasis teknologi seperti video

interaktif, modul digital, dan platform daring menjadi sarana penting untuk mendukung pembelajaran mandiri. Media yang menarik dan sesuai dengan perkembangan kognitif peserta didik dapat meningkatkan motivasi serta memperkaya pengalaman belajar (Armelia & Andayani, 2024). Media yang tepat juga memungkinkan diversifikasi materi sesuai gaya belajar siswa. Mode pendekatan *blended learning* yang memadukan pembelajaran daring dan tatap muka menjadi pilihan yang sesuai. Mode ini memberikan fleksibilitas kepada siswa untuk belajar sesuai waktu dan tempat yang mereka pilih, sekaligus tetap mendapatkan bimbingan guru. *Blended learning* juga memungkinkan penerapan pembelajaran diferensiasi yang disesuaikan dengan kebutuhan individu siswa (Farhan, 2024). Integrasi *flipped classroom* dengan sintaks PjBL (Markham dkk., 2003) menyediakan langkah sistematis, mulai dari penentuan tujuan, perumusan pertanyaan pemicu (*driving question*), perencanaan, pembuatan proyek, presentasi, hingga evaluasi. Metode ini memungkinkan siswa terlibat dalam pemecahan masalah nyata secara kolaboratif dan kreatif, serta mendukung penguatan profil pelajar Pancasila sebagaimana diamanatkan dalam Kurikulum Merdeka. Pendekatan konstruktivisme melalui model *flipped classroom* berbasis proyek, didukung oleh media, mode, dan metode pembelajaran yang tepat, diyakini mampu mengembangkan HOTS dan kreativitas peserta didik secara efektif dalam pembelajaran energi terbarukan.

Kebaruan penelitian ini terletak pada perancangan model yang memadukan sintaks PjBL dengan strategi *Flipped classroom*, sehingga memungkinkan siswa mempelajari teori secara mandiri dan memanfaatkan waktu tatap muka untuk pembelajaran berbasis proyek. Pendekatan ini meningkatkan fleksibilitas, efektivitas, serta memberi ruang bagi pengembangan HOTS dan kreativitas secara simultan. Penelitian ini menawarkan alternatif inovatif untuk pembelajaran sains berbasis proyek yang adaptif terhadap kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian pengembangan dengan judul “Pembelajaran *Flipped Classroom* Berbasis Proyek dalam Pembuatan Prototipe Kincir Air dan Angin untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Kreativitas Peserta Didik pada Materi Energi Terbarukan”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah yang dikemukakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana desain pembelajaran *flipped classroom* berbasis proyek dalam pembuatan prototipe kincir air dan angin untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kreativitas peserta didik pada materi energi terbarukan?
2. Bagaimana peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi energi terbarukan setelah menggunakan desain pembelajaran *Flipped classroom* berbasis proyek?
3. Bagaimana kreativitas peserta didik pada pembelajaran *Flipped classroom* berbasis proyek?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis:

1. Desain pembelajaran *flipped classroom* berbasis proyek dalam pembuatan prototipe kincir air dan angin untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kreativitas peserta didik pada materi energi terbarukan.
2. Peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi energi terbarukan setelah menggunakan desain pembelajaran *Flipped classroom* berbasis proyek.
3. Kreativitas peserta didik pada pembelajaran *Flipped classroom* berbasis proyek.

D. Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan ini terbagi menjadi dua, yaitu manfaat teoritis dan praktis. Adapun rinciannya sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan diharapkan dapat dijadikan sebagai pengembangan ilmu dan riset terkait model pembelajaran *Flipped classroom* berbasis proyek.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat dirasakan manfaatnya oleh sekolah, pendidik, peserta didik, dan peneliti itu sendiri. Manfaat praktis tersebut dijelaskan lebih lanjut sebagai berikut.

1) Bagi Peneliti

Penelitian dapat dijadikan pedoman untuk penelitian lanjutan yang bertujuan meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi serta mengembangkan kreativitas melalui penerapan model pembelajaran *Flipped classroom* berbasis proyek.

b. Bagi Guru

Penelitian dapat berfungsi sebagai sumber referensi dan pilihan alternatif dalam mengimplementasikan model pembelajaran *Flipped classroom* berbasis proyek.

c. Bagi Peserta Didik

Penelitian diharapkan dapat membantu siswa memahami konsep energi terbarukan dengan lebih baik serta memotivasi mereka untuk mengembangkan kreativitas.

E. Kerangka Berpikir

Berdasarkan hasil studi pendahuluan dan rumusan masalah yang telah dirancang, berbagai kendala masih ditemukan dalam pembelajaran energi terbarukan. Pada umumnya, Pembelajaran fisika di sekolah, khususnya pada materi energi terbarukan, hingga kini masih menghadapi berbagai tantangan. Secara umum, pembelajaran di sekolah masih didominasi oleh metode ceramah yang membuat siswa pasif dalam proses belajar (Hidayat, 2023). Guru belum sepenuhnya menerapkan model pembelajaran inovatif yang menumbuhkan kreativitas dan daya pikir kritis siswa (Kurniawan & Fitriani, 2021). Selain itu, pendekatan konvensional berbasis ceramah cenderung membatasi perkembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi atau *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) karena kurang memberi ruang eksplorasi, diskusi mendalam, dan pemecahan masalah kontekstual (Indahwati dkk., 2023).

Temuan ini sejalan dengan hasil studi pendahuluan yang diperoleh melalui observasi dan wawancara di SMA Pondok Schooling Darul Ilmi Bandung. Guru menyampaikan bahwa pendekatan berbasis proyek pernah diterapkan, tetapi belum berjalan optimal karena kendala waktu dan kesulitan dalam memberikan arahan kepada peserta didik. Sementara itu, siswa mengungkapkan bahwa materi energi terbarukan terasa abstrak dan sulit dipahami karena penyampaiannya terlalu cepat dan minim konteks. Akibatnya, mereka kesulitan menghubungkan konsep teori dengan praktik proyek, serta mengalami hambatan dalam kreativitas peserta didik (Farhan, 2025).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan model pembelajaran inovatif yang mampu membangun pemahaman konseptual secara mendalam sekaligus memberikan pengalaman belajar yang aktif dan kontekstual. Salah satu pendekatan yang relevan adalah model *Flipped Classroom*, yaitu strategi pembelajaran yang membalik proses tradisional. Peserta didik mempelajari materi terlebih dahulu secara mandiri melalui video pembelajaran dan modul ajar sebelum kegiatan tatap muka di kelas. Strategi ini memberikan ruang kelas yang lebih leluasa untuk diskusi, kolaborasi, dan penyelesaian proyek (Bergmann & Sams, 2012). Dalam penelitian ini, model *Flipped Classroom* mengacu pada sintaks yang dikembangkan oleh Rokhmah dkk. (2022), yang memadukan pembelajaran *online* dan *offline*. Tahap *online* dilaksanakan secara mandiri menggunakan media digital, sedangkan tahap *offline* dilaksanakan secara langsung di kelas untuk memperdalam pemahaman konsep melalui diskusi dan praktik proyek.

Agar pembelajaran menjadi lebih terarah dan aplikatif, model *flipped classroom* ini dikombinasikan dengan *Project Based Learning* (PjBL). PjBL menekankan pada proses pembelajaran berbasis masalah nyata, dengan sintaks yang meliputi: (1) *Identify Learning Goals*, (2) *Driving Question*, (3) *Design and Plan*, (4) *Create the Project*, (5) *Present the Work*, dan (6) *Evaluate* (Markham, Larmer, & Ravitz, 2003). Sintaks ini memberikan struktur sistematis bagi peserta didik dalam menyelesaikan proyek energi terbarukan secara aktif, kolaboratif, dan reflektif. Beberapa penelitian terdahulu (Uden dkk., 2023; Iskandar, 2023) juga

menunjukkan bahwa penerapan PjBL mampu mendorong penguasaan konsep dan kreativitas peserta didik.

Model pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang untuk meningkatkan dua indikator utama, yaitu kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dan kreativitas. HOTS mengacu pada Taksonomi Bloom Revisi oleh Anderson & Krathwohl (2001), yang mencakup domain: menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6). Indikator ini digunakan untuk menilai sejauh mana peserta didik mampu menalar, mengevaluasi informasi, dan menciptakan solusi inovatif dalam konteks energi terbarukan (Fadhilah dkk., 2023; Naqiyah, 2023; Hikmawati dkk., 2023). Penerapan model pembelajaran yang mengintegrasikan HOTS juga telah terbukti mendorong keterampilan analitis dan sintesis melalui strategi pembelajaran berbasis proyek serta pengembangan soal-soal yang menantang, sebagaimana ditampilkan dalam studi tentang pedagogik kritis dan analisis soal akhir semester (Abraham dkk., 2021; Miharja dkk., 2022).

Sedangkan aspek kreativitas dinilai dengan menggunakan rubrik *Student Product Assessment Form* (SPAF) dari Reis & Renzulli (1991). Rubrik ini mencakup aspek pernyataan tujuan awal, fokus masalah, tingkat dan keragaman sumber daya, logika dan urutan penyusunan, orientasi aksi, audiens, serta penilaian keseluruhan terhadap produk peserta didik (Legi dkk., 2024). Evaluasi ini memberikan gambaran yang komprehensif terhadap kemampuan eksplorasi ide dan keterpaduan desain proyek. Beberapa penelitian seperti Deva dkk. (2024) dan Pratiwi & Zuhroh (2022) menegaskan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis proyek dapat memberikan ruang eksplorasi kreatif yang terarah dan terukur bagi peserta didik.

Model *flipped classroom* berbasis proyek yang dikembangkan dalam penelitian ini diharapkan menjadi alternatif strategi pembelajaran yang inovatif, efektif, dan sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Model ini dirancang untuk mengatasi keterbatasan pembelajaran konvensional, meningkatkan efektivitas interaksi pembelajaran, serta mendorong kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kreativitas peserta didik secara simultan dalam memahami materi energi terbarukan. Kerangka pemikiran penelitian ini divisualisasikan dalam bentuk bagan pada Gambar 1. 1.

Analisis

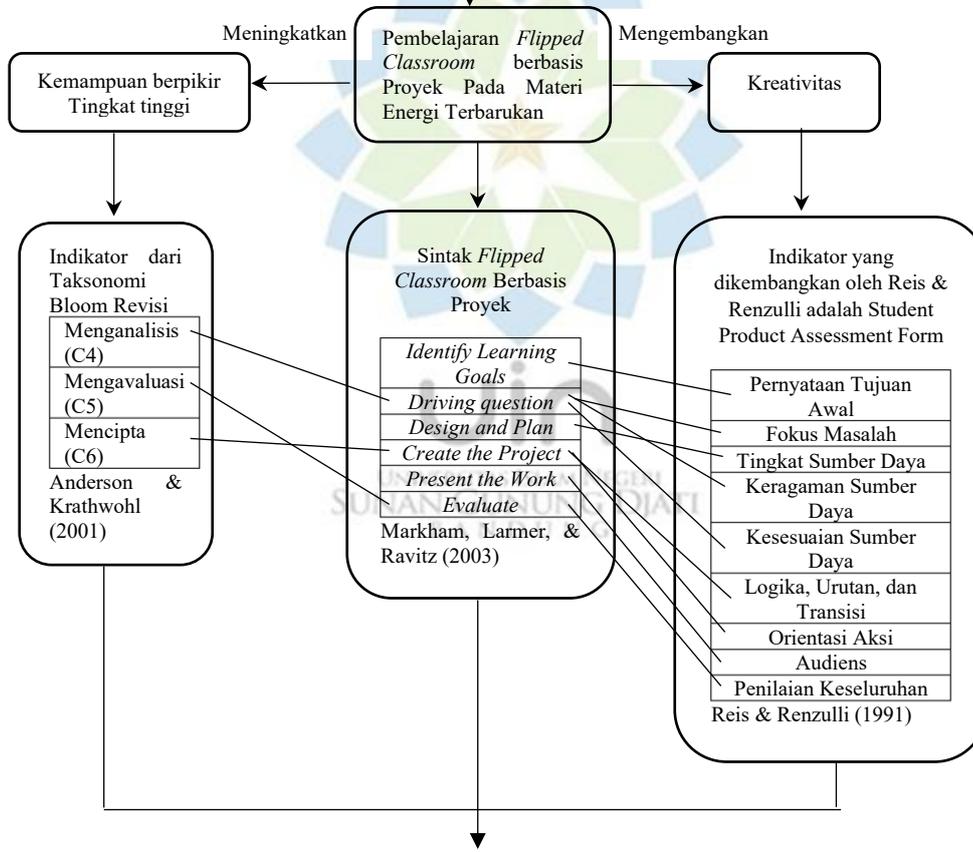
1. Pembelajaran di sekolah masih didominasi metode ceramah yang membuat siswa pasif
2. Guru belum sepenuhnya menerapkan model pembelajaran inovatif yang menumbuhkan kreativitas dan daya pikir kritis siswa
3. pembelajaran konvensional berbasis ceramah cenderung membatasi perkembangan HOTS
4. Hasil observasi awal di sekolah menengah menunjukkan guru menjadi pusat informasi, sementara siswa hanya mencatat tanpa eksplorasi.
5. Hasil wawancara menyatakan guru pernah mencoba pembelajaran berbasis proyek pada materi energi terbarukan akan tetap tidak efektif dengan penjelasan peserta didik sulit memahami materi energi terbarukan karena penyampaian materi terlalu tergesa gesa

Perlunya inovasi model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan menerapkannya dalam proyek nyata pada materi energi terbarukan

Desain dan Pengembangan

Integrasi Model Pembelajaran *Flipped Classroom* dengan Pembelajaran berbasis Proyek

Implementasi



Peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan Pengembangan kreativitas peserta didik.

Gambar 1. 1 Bagan Kerangka Pemikiran