

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Di abad ke-21 yang dikenal sebagai era digital, perkembangan teknologi yang pesat membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dunia pendidikan. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran menjadi hal yang penting karena dapat meningkatkan kualitas dan efektivitas proses belajar. Oleh karena itu, pendidikan dituntut untuk mampu beradaptasi dengan perkembangan teknologi serta mengintegrasikannya secara optimal dalam kegiatan pembelajaran guna mendukung pencapaian tujuan belajar yang lebih baik (Sadriani et al., 2023). Perkembangan digitalisasi dalam pembelajaran yang ditandai dengan penerapan teknologi digital pada proses belajar mengajar telah menjadi fenomena global. Pemanfaatan perangkat lunak pendidikan, platform pembelajaran online, dan berbagai aplikasi digital turut mengubah cara guru menyampaikan materi serta cara siswa memperoleh dan memahami materi pembelajaran (Sriyanta & Kartika, 2023).

Upaya untuk menyesuaikan diri dengan perkembangan tersebut dapat dilakukan melalui penguatan kompetensi digital dalam pembelajaran. Teknologi digital memungkinkan penggunaan berbagai sumber belajar daring serta media interaktif yang mendukung pembelajaran menjadi lebih dinamis dan efektif. Namun, penerapan teknologi pembelajaran di berbagai lembaga pendidikan di Indonesia masih menghadapi berbagai kendala. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran belum berjalan secara maksimal akibat keterbatasan kemampuan pendidik dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam kegiatan belajar mengajar. Banyak pendidik yang masih memanfaatkan teknologi hanya sebagai media presentasi, tanpa didukung rancangan pembelajaran yang inovatif maupun interaktif (Rosyidah et al, 2025).

Hal ini ditunjukkan oleh masih ditemukannya berbagai miskonsepsi pada siswa dalam memahami konsep-konsep fisika, yang mengindikasikan bahwa pemahaman siswa belum sesuai dengan konsep ilmiah yang seharusnya (Kapul, Lantik, & Astiti, 2023). Selain itu, miskonsepsi juga terjadi pada berbagai subkonsep dengan persentase yang cukup signifikan, sehingga menunjukkan bahwa pemahaman konsep siswa masih belum optimal dan memerlukan perbaikan dalam proses pembelajaran (Sari et al., 2022). Permasalahan ini menjadi salah satu kendala utama dalam pembelajaran fisika yang berdampak pada rendahnya penguasaan konsep siswa secara menyeluruh (Taqwa et al., 2020).

Salah satu materi fisika yang sering dianggap sulit oleh siswa adalah suhu dan kalor. Materi ini melibatkan konsep-konsep yang bersifat abstrak dan saling berkaitan, sehingga menuntut pemahaman konseptual yang baik. Namun, dalam praktiknya beberapa kesulitan konsep yang dialami siswa dalam menyelesaikan materi suhu dan kalor meliputi kesulitan menjelaskan pengaruh penyerapan maupun pelepasan kalor terhadap perubahan suhu benda, memahami pengaruh kalor jenis terhadap peningkatan suhu suatu zat, serta menerapkan prinsip Asas Black dalam pemecahan masalah, dan berbagai kesulitan lainnya (Risqa et al., 2021). Penelitian Yuliana et al. (2023) membuktikan bahwa sebesar 50% siswa masih mengalami miskonsepsi dan juga kesulitan dalam menyelesaikan soal yang berkaitan dengan konsep suhu dan kalor, sehingga dapat memengaruhi pemahaman konsep dan hasil belajar siswa.

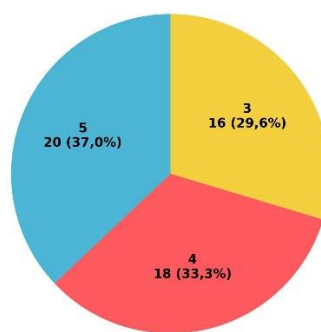
Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*). Sebagai suatu metodologi, STEM merupakan suatu cara dalam pendidikan di mana Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika disatukan dengan proses pembelajaran yang menekankan pada penyelesaian masalah dalam kehidupan nyata sehari-hari. Pendidikan STEM mengajarkan kepada siswa bagaimana cara mengaplikasikan konsep, prinsip, dan teknik dari sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) secara terpadu untuk menciptakan produk, proses, dan sistem yang

membawa manfaat bagi kehidupan manusia (Davidi et al., 2021). Penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran fisika dapat membantu siswa dalam membangun pemahaman konsep secara lebih mendalam serta mengurangi terjadinya miskonsepsi. Hal ini karena pembelajaran berbasis STEM mendorong siswa untuk aktif dalam proses eksplorasi, investigasi, serta penyelesaian masalah secara sistematis (Yulianti et al., 2025). Selain itu, pendekatan STEM juga diketahui mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, serta kemampuan pemecahan masalah siswa, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan tidak hanya berfokus pada hafalan konsep (Komalasari et al., 2024). Lebih lanjut, penerapan pendekatan STEM juga dapat mendukung keterlibatan siswa secara aktif serta memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan aplikatif (Tarigan et al., 2024). Hasil penelitian Yusuf et al. (2022) menunjukkan bahwa pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa, sehingga integrasi STEM dalam bahan ajar maupun media pembelajaran berpotensi mendukung pembelajaran yang lebih bermakna.

Selain penggunaan pendekatan pembelajaran yang tepat, diperlukan juga bahan ajar yang mampu memfasilitasi penerapan pendekatan tersebut secara optimal. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan adalah Lembar Kerja Murid (LKM) berbasis digital. LKM digital merupakan bahan ajar yang dikemas dalam bentuk elektronik dan dirancang untuk memfasilitasi aktivitas belajar siswa secara mandiri maupun terarah dengan memanfaatkan teknologi digital. Penggunaan LKM digital memungkinkan integrasi berbagai media interaktif, seperti animasi, simulasi, serta tautan sumber belajar daring yang dapat membantu siswa dalam memahami konsep yang bersifat abstrak. Hal ini menjadikan proses pembelajaran lebih menarik, interaktif, dan tidak monoton dibandingkan dengan penggunaan LKM konvensional dalam bentuk cetak (Pratama et al., 2023). Selain itu, LKM digital juga memberikan fleksibilitas bagi siswa untuk mengakses materi pembelajaran kapan saja dan di mana saja, sehingga dapat mendukung proses belajar mandiri secara lebih optimal (Rahmawati et al.,

2020). Lebih lanjut, penggunaan LKM digital berbasis STEM dapat membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, serta kemampuan pemecahan masalah melalui aktivitas yang dirancang secara sistematis dan kontekstual (Hidayat et al., 2024). Hasil penelitian Rahmi et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan LKM digital dapat menjadi alternatif bahan ajar digital yang layak diterapkan dalam pembelajaran karena memiliki tingkat validitas, kepraktisan, dan efektivitas yang baik. Dengan demikian, penggunaan LKM digital berbasis STEM diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif bahan ajar yang mendukung siswa dalam memahami konsep suhu dan kalor secara lebih baik.

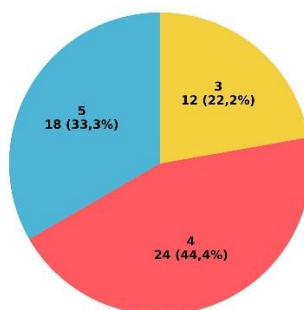
Berdasarkan berbagai permasalahan tersebut, diperlukan analisis kebutuhan untuk mengetahui kondisi dan kebutuhan siswa secara langsung terkait pembelajaran fisika, khususnya pada materi Suhu dan Kalor. Analisis kebutuhan ini dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai kesulitan yang dialami siswa dalam memahami materi, keterbatasan bahan ajar yang digunakan selama ini, serta kebutuhan siswa terhadap bahan ajar yang lebih kontekstual, fleksibel, dan sesuai dengan perkembangan teknologi. Oleh karena itu, peneliti menyebarkan angket kebutuhan kepada 54 siswa kelas XI guna mengidentifikasi kebutuhan siswa terhadap pengembangan LKM digital berbasis STEM pada materi Suhu dan Kalor. Hasil angket kebutuhan tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam memperkuat urgensi pengembangan bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan siswa.



5 (Sangat Setuju) = 20 (37,0%)
 4 (Setuju) = 18 (33,3%)
 3 (Cukup Setuju) = 16 (29,6%)

Gambar 1. 1 Diagram Hasil Analisis Kebutuhan Siswa Terkait Kesulitan Memahami Materi Suhu dan Kalor

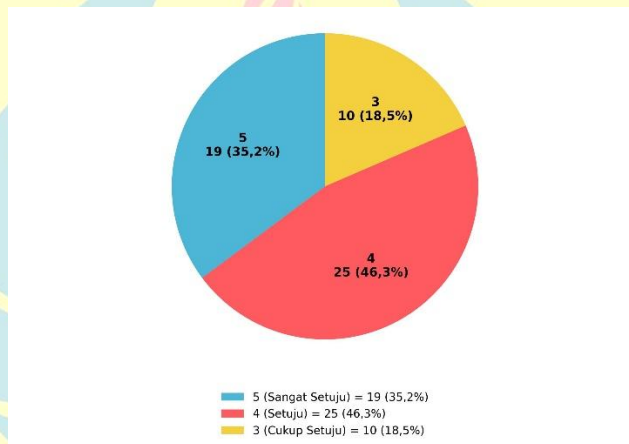
Diperoleh informasi bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami materi Suhu dan Kalor. Berdasarkan Gambar 1.1, sebesar 33,3% siswa menyatakan setuju dan 37,0% menyatakan sangat setuju bahwa mereka mengalami kesulitan dalam memahami materi Suhu dan Kalor, sedangkan 29,6% siswa menyatakan cukup setuju. Tidak terdapat siswa yang menyatakan tidak setuju maupun sangat tidak setuju. Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi Suhu dan Kalor masih menjadi salah satu materi yang belum sepenuhnya mudah dipahami oleh siswa, sehingga diperlukan inovasi dalam pembelajaran yang dapat membantu siswa memahami konsep secara lebih baik dan mengurangi kesulitan yang dialami pada materi tersebut.



5 (Sangat Setuju) = 18 (33,3%)
 4 (Setuju) = 24 (44,4%)
 3 (Cukup Setuju) = 12 (22,2%)

Gambar 1. 2 Diagram Hasil Analisis Kebutuhan Siswa Terkait Bahan Ajar

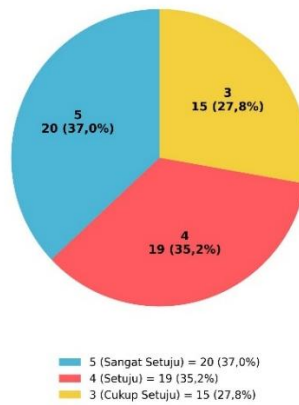
Kesulitan siswa dalam memahami materi Suhu dan Kalor juga didukung oleh kondisi bahan ajar yang digunakan selama ini. Berdasarkan Gambar 1.2, sebanyak 44,4% siswa menyatakan setuju dan 33,3% menyatakan sangat setuju bahwa bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran fisika saat ini masih kurang membantu mereka memahami materi Suhu dan Kalor secara mendalam, sedangkan 22,2% siswa menyatakan cukup setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar yang digunakan saat ini belum sepenuhnya mampu memfasilitasi kebutuhan belajar siswa. Dengan demikian, diperlukan bahan ajar yang tidak hanya menyajikan materi secara informatif, tetapi juga mampu membantu siswa membangun pemahaman konsep secara lebih mendalam.



Gambar 1. 3 Diagram Hasil Analisis Kebutuhan Siswa Terhadap Bahan Ajar Materi Suhu dan Kalor

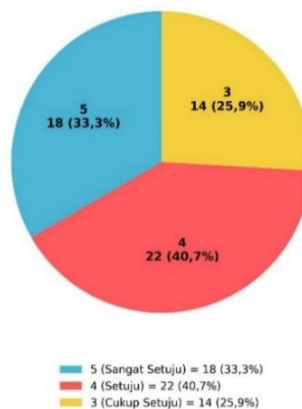
Selain itu, siswa juga menunjukkan kebutuhan terhadap bahan ajar yang mampu mengaitkan materi dengan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan Gambar 1.3, sebesar 46,3% siswa menyatakan setuju dan 35,2% menyatakan sangat setuju bahwa mereka membutuhkan bahan ajar yang mengaitkan materi Suhu dan Kalor dengan permasalahan kehidupan sehari-hari, sedangkan 18,5% siswa menyatakan cukup setuju. Temuan ini menunjukkan bahwa siswa menghendaki pembelajaran yang lebih kontekstual, sehingga konsep-konsep fisika yang dipelajari tidak hanya dipahami secara teoritis, tetapi juga dapat dihubungkan dengan fenomena nyata yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari.

Keterkaitan materi dengan konteks nyata menjadi penting karena dapat membantu siswa memahami manfaat pembelajaran fisika sekaligus makna belajar.



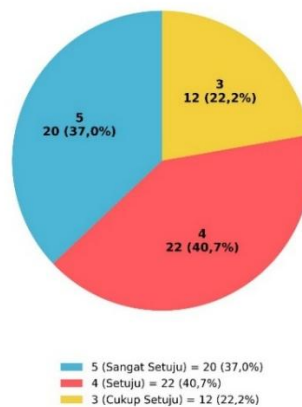
Gambar 1. 4 Diagram Hasil Analisis Kebutuhan Siswa Terhadap Bahan Ajar Digital

Di sisi lain, perkembangan teknologi dalam dunia pendidikan juga mendorong perlunya bahan ajar yang lebih fleksibel dan mudah diakses. Berdasarkan Gambar 1.4, sebanyak 35,2% siswa menyatakan setuju dan 37,0% menyatakan sangat setuju bahwa mereka membutuhkan bahan ajar digital berupa Lembar Kerja Murid (LKM) yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja untuk membantu proses pembelajaran, sedangkan 27,8% siswa menyatakan cukup setuju. Hasil tersebut menunjukkan bahwa siswa memberikan respons positif terhadap penggunaan LKM digital dalam pembelajaran fisika. LKM digital dinilai dapat memberikan kemudahan akses terhadap materi dan aktivitas pembelajaran tanpa dibatasi oleh waktu maupun tempat. Selain itu, penggunaan LKM digital juga dapat mendukung pembelajaran mandiri, serta menyesuaikan kebutuhan siswa pada era digital. Oleh karena itu, pengembangan LKM digital menjadi salah satu alternatif yang dapat mendukung proses pembelajaran fisika agar lebih interaktif dan sesuai dengan perkembangan teknologi.



Gambar 1. 5 Diagram Hasil Analisis Kebutuhan Siswa Terhadap Aktivitas Pembelajaran Berbasis STEM

Kebutuhan siswa tidak hanya terbatas pada bahan ajar digital, tetapi juga pada aktivitas pembelajaran yang mampu mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam memahami konsep fisika. Berdasarkan Gambar 1.5, sebesar 40,7% siswa menyatakan setuju dan 33,3% menyatakan sangat setuju bahwa mereka membutuhkan aktivitas pembelajaran berbasis STEM untuk membantu memahami materi Suhu dan Kalor serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, sedangkan 25,9% siswa menyatakan cukup setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang mengintegrasikan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dipandang mampu membantu siswa memahami konsep fisika secara lebih bermakna. Melalui pendekatan STEM, siswa tidak hanya mempelajari konsep secara teoritis, tetapi juga diajak untuk menghubungkan konsep dengan teknologi, penyelesaian masalah, serta penerapan nyata dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 1. 6 Diagram Hasil Analisis Kebutuhan Siswa Terhadap Pengembangan LKM Digital Berbasis STEM Pada Materi Suhu dan Kalor

Urgensi pengembangan bahan ajar berbasis digital dan STEM semakin diperkuat oleh hasil angket mengenai kebutuhan pengembangan LKM digital berbasis STEM pada materi Suhu dan Kalor. Berdasarkan Gambar 1.6, sebanyak 40,7% siswa menyatakan setuju dan 37,0% menyatakan sangat setuju bahwa pengembangan LKM digital berbasis STEM pada materi Suhu dan Kalor diperlukan untuk mendukung pembelajaran fisika, sedangkan 22,2% siswa menyatakan cukup setuju. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memandang pengembangan LKM (Lembar Kerja Murid) digital berbasis STEM sebagai kebutuhan dalam pembelajaran fisika, khususnya untuk membantu memahami materi Suhu dan Kalor secara lebih efektif. Temuan ini mengindikasikan bahwa siswa memandang pengembangan LKM digital berbasis STEM sebagai salah satu alternatif bahan ajar yang relevan untuk membantu memahami materi Suhu dan Kalor secara lebih kontekstual, interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

Berdasarkan keseluruhan hasil angket kebutuhan tersebut, dapat dipahami bahwa permasalahan utama dalam pembelajaran materi Suhu dan Kalor terletak pada masih adanya kesulitan siswa dalam memahami materi, belum optimalnya bahan ajar yang digunakan, serta perlunya bahan ajar yang lebih kontekstual, fleksibel, dan inovatif. Siswa membutuhkan bahan ajar yang dapat mengaitkan materi dengan kehidupan sehari-hari, mudah

diakses dalam bentuk digital, serta memuat aktivitas pembelajaran berbasis STEM agar proses pembelajaran menjadi lebih bermakna. Oleh karena itu, pengembangan LKM digital berbasis STEM pada materi Suhu dan Kalor untuk siswa kelas XI menjadi penting untuk dilakukan sebagai upaya menyediakan bahan ajar yang interaktif, kontekstual, fleksibel, dan sesuai dengan kebutuhan siswa dalam pembelajaran fisika.

State of the art dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan bahan ajar digital dan penerapan pendekatan STEM telah menjadi fokus berbagai penelitian dalam pembelajaran fisika. Berbagai penelitian terdahulu melaporkan bahwa bahan ajar digital maupun pendekatan STEM mampu meningkatkan kualitas pembelajaran dan pemahaman konsep siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati et al. (2020) menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar digital mampu meningkatkan kemandirian belajar siswa melalui kemudahan akses terhadap materi pembelajaran secara fleksibel. Sejalan dengan itu, Pratama et al. (2023) menyatakan bahwa pengembangan LKM digital dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa karena penyajian materi yang lebih interaktif dan menarik. Selain itu, penelitian terkait pendekatan STEM juga menunjukkan hasil yang signifikan dalam pembelajaran fisika. Komalasari et al. (2024) mengungkapkan bahwa penerapan STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreativitas siswa melalui pembelajaran berbasis pemecahan masalah. Hidayat et al. (2024) juga menegaskan bahwa pembelajaran berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah serta membantu siswa dalam mengaitkan konsep fisika dengan kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, baik bahan ajar digital maupun pendekatan STEM telah terbukti memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kualitas pembelajaran fisika.

Meskipun demikian, berdasarkan hasil kajian terhadap penelitian-penelitian tersebut, masih terdapat beberapa keterbatasan. Sebagian penelitian hanya berfokus pada pengembangan bahan ajar digital tanpa mengintegrasikan pendekatan STEM secara menyeluruh dalam kegiatan pembelajaran. Di sisi lain, penelitian yang menerapkan pendekatan STEM

umumnya belum didukung oleh bahan ajar digital yang dirancang secara khusus untuk mendukung keterlibatan aktif siswa. Selain itu, penelitian mengenai pengembangan LKM digital berbasis STEM pada materi Suhu dan Kalor untuk siswa kelas XI SMA masih terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan adanya *research gap* yang perlu ditindaklanjuti melalui pengembangan bahan ajar yang mengintegrasikan pendekatan STEM dalam format digital. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan (*novelty*) berupa pengembangan LKM digital berbasis STEM pada materi Suhu dan Kalor untuk siswa kelas XI SMA yang mengintegrasikan aspek *Science, Technology, Engineering*, dan *Mathematics* dalam satu kesatuan kegiatan pembelajaran digital. Pengembangan LKM digital ini dirancang untuk membantu siswa memahami konsep Suhu dan Kalor melalui aktivitas pembelajaran yang kontekstual dan berorientasi pada pemecahan masalah.

Selain itu, urgensi penelitian ini sejalan dengan tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) No. 4: *Quality Education*, yang menekankan pentingnya penyediaan pendidikan yang berkualitas, inklusif, dan merata melalui pemanfaatan inovasi dalam proses pembelajaran. Pengembangan LKM digital berbasis STEM pada materi Suhu dan Kalor merupakan salah satu upaya untuk mendukung terciptanya pembelajaran fisika yang lebih menarik, interaktif, dan bermakna bagi siswa kelas XI SMA. Melalui integrasi pendekatan STEM, siswa diharapkan mampu memahami konsep Suhu dan Kalor secara lebih mendalam serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi dalam pengembangan bahan ajar digital pada materi Suhu dan Kalor, tetapi juga mendukung peningkatan kualitas pembelajaran fisika yang sejalan dengan pencapaian tujuan SDGs No. 4, yaitu pendidikan berkualitas bagi semua.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, siswa mengalami kesulitan memahami materi suhu dan kalor karena konsep yang bersifat abstrak serta keterbatasan bahan ajar yang digunakan. Oleh karena itu diperlukan pengembangan LKM digital berbasis STEM yang mampu menghadirkan pembelajaran lebih kontekstual, interaktif, fleksibel, sehingga perlu

dikembangkan sebagai alternatif bahan ajar fisika bagi siswa SMA kelas XI/Fase F.

1.2 Fokus Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, penelitian ini berfokus pada:

1. Mengembangkan LKM (Lembar Kerja Murid) digital berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada materi suhu dan kalor.
2. Menilai kelayakan LKM (Lembar Kerja Murid) digital melalui validasi oleh ahli materi, ahli pembelajaran, dan ahli media serta mengetahui respons guru dan siswa terhadap penggunaan LKM (Lembar Kerja Murid) digital berbasis STEM.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar permasalahan yang telah dipaparkan, maka diperoleh rumusan masalah penelitian yaitu:

“Apakah LKM (Lembar Kerja Murid) digital berbasis STEM pada materi suhu dan kalor yang dikembangkan layak digunakan dalam proses pembelajaran fisika?”

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan LKM digital berbasis STEM pada materi suhu dan kalor yang layak digunakan dalam pembelajaran.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM yang terintegrasi dengan teknologi digital.
2. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terkait pengembangan LKM digital berbasis STEM pada materi fisika maupun bidang studi lainnya.

1.5.2 Manfaat Praktis

1. Bagi Guru: Menyediakan alternatif bahan ajar berbasis digital yang inovatif untuk mendukung proses pembelajaran fisika, khususnya pada materi suhu dan kalor dan membantu guru dalam menerapkan pendekatan STEM dalam pembelajaran secara lebih terstruktur dan kontekstual.
2. Bagi Siswa: Membantu siswa dalam memahami konsep suhu, kalor, dan kapasitas kalor secara lebih mudah, menarik, dan interaktif, mendukung keterlibatan aktif siswa melalui kegiatan pembelajaran berbasis STEM.
3. Bagi Sekolah: Mendukung pelaksanaan pembelajaran berbasis teknologi digital yang sejalan dengan perkembangan pendidikan di era digital dan menjadi salah satu alternatif inovasi pembelajaran yang dapat meningkatkan kualitas proses pembelajaran di sekolah.

