

# Analisis Kemampuan Kognitif Level Tinggi melalui Pembelajaran STEM-DCP (*Digital Creativity Project*) Berbantuan Video Proyek

**Susilawati, Miftahida Pratama Maret, dan Andi Fadlan**

Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang,  
Jl. Prof. Dr. Hamka Semarang

E-mail: susilawati@walisongo.ac.id; andi\_fdl@walisongo.ac.id

**Abstrak.** Video pembelajaran menjadi elemen penting dalam memberikan pengalaman belajar yang efektif pada pembelajaran proyek. Video proyek sebagai keterampilan yang dapat menunjukkan kreativitas mahasiswa dan kemampuan level kognitif yang dimiliki secara individu maupun kelompok. Penelitian ini menggunakan *mixed methods*, desain penelitian Exploratory Development Model (Quan Emphasized). Sampel penelitian terdiri dari 38 mahasiswa melalui pemilihan sampel teknik *purposive sampling*, kelompok eksperimen berjumlah 20 mahasiswa dan kelompok kontrol 18 mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran STEM-DCP melalui video proyek menghasilkan kemampuan kognitif level tinggi yang lebih baik dibandingkan video monolog pada pembelajaran optik, baik pembelajaran yang dilakukan secara individu maupun kelompok. Penelitian ini menunjukkan bahwa video proyek sebagai format pembelajaran STEM-DCP yang inovatif dan efektif untuk diterapkan secara luas di berbagai domain STEM. Video proyek mengharuskan mahasiswa untuk terlibat secara konstruktif dan interaktif sesuai dengan langkah pembelajaran STEM-DCP.

*Kata kunci:* Kemampuan kognitif level tinggi, STEM-DCP, video proyek.

**Abstract.** Learning videos are an important element in providing effective learning experiences in project learning. Project videos as skills that can demonstrate student creativity and cognitive level abilities possessed individually or in groups. This study uses mixed methods, Exploratory Development Model (Quan Emphasized) research design. The research sample consisted of 38 students through purposive sampling technique sample selection, the experimental group consisted of 20 students and the control group consisted of 18 students. The results of the study showed that STEM-DCP learning through project videos produced better high-level cognitive abilities than monologue videos in optics learning, both learning carried out individually and in groups. This study shows that project videos as an innovative and effective STEM-DCP learning format can be widely applied in various STEM domains. Project videos require students to engage constructively and interactively according to the STEM-DCP learning steps.

*Keywords:* High level cognitive skills, STEM-DCP, project videos.

## 1. Pendahuluan

Penyampaian konten materi melalui video sebagai sumber belajar mandiri untuk mendukung pembelajaran di kelas. Video yang banyak digunakan sebagai media pembelajaran oleh mahasiswa adalah video monolog satu arah tanpa interaksi dalam proses pembelajaran. Keterbatasan video monolog yang disajikan dalam bentuk ceramah, narasumber atau fasilitator menyampaikan materi dengan metode ceramah [1], [2]. Format video monolog mampu memberikan pengetahuan dan wawasan terhadap suatu materi. Akan tetapi, mahasiswa hanya mendapatkan pembelajaran satu arah hanya dapat memenuhi rasa ingin tahu, belum sampai pada memiliki penguasaan materi dan keterampilan tertentu. Aktivitas keterlibatan mahasiswa yang dibutuhkan meliputi empat mode pembelajaran secara operasional yaitu pasif, aktif, konstruktif, dan interaktif berdasarkan aktivitas

pembelajaran nyata yang dapat dilakukan siswa terhadap materi pembelajaran dan keterampilan yang dapat meningkatkan penguasaan materi dan keterampilan [3], [4].

Keterlibatan mahasiswa masih rendah ketika menggunakan pembelajaran berbantuan video monolog. Mahasiswa belum dapat mencapai penguasaan dan keterampilan yang melibatkan aktivitas fisik. Mahasiswa masif menonton dengan perhatian yang kurang menantang. Mode aktif dapat dimunculkan Ketika mahasiswa melakukan aktivitas, memanipulasi peralatan, mengeksplor materi secara mendalam. Mode konstruktif menggambarkan mahasiswa menghasilkan pengetahuan baru dan menarik kesimpulan. Selain itu, mahasiswa perlu dilatihkan mentabulasikan data, membuat diagram, menjelaskan dan mengajukan pertanyaan serta menemukan pemecahan masalah. Mode interaktif memerlukan dua atau lebih mahasiswa untuk berkolaborasi untuk menghasilkan interaksi, diskusi, tanya jawab dan brainstorming. Kolaborasi dan interaksi dalam pembelajaran memiliki potensi dan peluang dalam mencapai penguasaan konsep yang tinggi [5], [6], [7].

Rendahnya kemampuan kognitif level tinggi siswa, seperti berpikir kritis, kreativitas, analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah, yang masih menjadi tantangan dalam pembelajaran sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM). Selain itu, kurangnya penggunaan model pembelajaran inovatif yang mampu memfasilitasi integrasi teknologi dan pendekatan berbasis proyek. Sementara itu, pembelajaran konvensional cenderung kurang memberikan ruang bagi siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran dan mengembangkan keterampilan kognitif yang kompleks. Di sisi lain, penerapan STEM-DCP (*Digital Creativity Project*) berbantuan video proyek memiliki potensi besar untuk meningkatkan kemampuan kognitif level tinggi siswa dengan memadukan pembelajaran berbasis teknologi, kreativitas digital, dan pendekatan kolaboratif. Namun, sejauh mana efektivitas pendekatan ini dalam mendukung pengembangan kemampuan kognitif level tinggi siswa masih membutuhkan analisis lebih lanjut [8], [9].

Dalam pembelajaran mandiri secara individu maupun kelompok memberikan banyak keuntungan namun membutuhkan biaya. Rancangan paradigma baru menunjukkan mahasiswa dalam berkolaborasi mencermati video dapat menghemat biaya, lebih praktis dan fleksibel. Namun, video yang dijadikan sebagai sumber belajar sebaiknya dirancang sedemikian rupa sehingga menambah pengetahuan dan keterampilan mahasiswa. Video tutorial dalam menyelesaikan proyek untuk menghasilkan produk tertentu secara kolaboratif lebih efektif dalam membekalkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa. Hal ini memberikan manfaat dalam memperdalam penguasaan konten, pembelajaran di bidang STEM dan pembelajaran praktis lainnya [10], [11], [12].

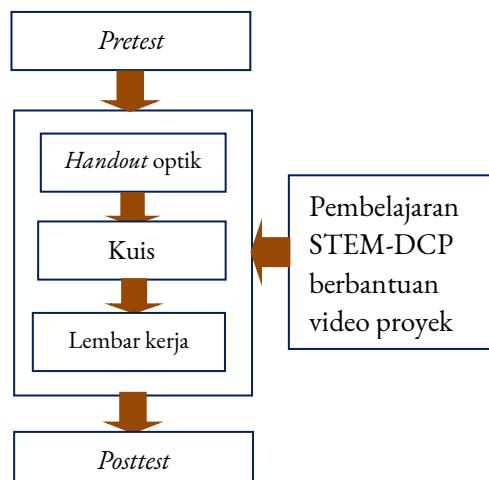
Berkaitan dengan pengembangan video proyek sangat penting diterapkan dan dianalisis terkait dengan temuan otentik berdasarkan hasil tes level kognitif mahasiswa. Pada pembelajaran menggunakan video proyek diupayakan lingkungan pembelajaran otentik. Mahasiswa melakukan aktivitas belajar atau kerja laboratorium yang selanjutnya direkam dan diatur dalam pembelajaran tatap muka. Video proyek berfungsi sebagai materi pembelajaran tambahan yang memuat setiap materi yang terkait dalam penyelesaian proyek dan penguasaan konten. Banyak perbedaan antara informasi yang disajikan dari video informasi dan video proyek [13], [14], [15]. Mahasiswa dapat mendapatkan pemecahan masalah dari beberapa video tutorial dalam pembelajaran proyek. Penelitian ini menganalisis perbandingan antara penggunaan video monolog dan video proyek dalam pembelajaran STEM-DCP untuk meningkatkan kemampuan kognitif level tinggi. Selain itu, pembelajaran melalui media video proyek secara kolaboratif lebih bermanfaat dibandingkan secara individu dalam pembelajaran STEM-DCP. Gambaran kemampuan kognitif level tinggi pada setiap capaian langkah pembelajaran STEM-DCP.

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan *mixed methods*, desain penelitian Exploratory Development Model (Quan Emphasized), desain pretest–post-test diterapkan pada pembelajaran STEM-DCP untuk menggunakan video monolog dan video proyek [16]. Pembelajaran dikelas eksperimen dan kelas control masing-masing dilakukan 5 pertemuan dengan sintaks pembelajaran STEM-DCP. Pretest diberikan di awal pembelajaran untuk menganalisis kemampuan kognitif mahasiswa pada kondisi awal pembelajaran. Posttest diberikan di akhir pembelajaran, semua mahasiswa diminta untuk menyelesaikan post-test sebagai ujian mata kuliah. Mahasiswa di setiap kelompok mengakses materi yang ditugaskan melalui sistem manajemen pembelajaran.

Mahasiswa selama 5 pertemuan diberikan beberapa aktivitas pembelajaran STEM-DCP. Pertama, mahasiswa diminta untuk membaca materi yang ditugaskan dan mengikuti kuis mingguan untuk menilai apakah mahasiswa telah membaca materi dan latar belakang proyek. Kemudian, mahasiswa menonton video secara individu maupun kolaborasi, kelas eksperimen dengan video proyek dan kelas control dengan video monolog. Bersamaan mengamati video, mahasiswa menyelesaikan lembar kerja yang ditugaskan untuk video tersebut dan terapan konsepnya.

Perangkat pembelajaran STEM-DCP ini meliputi instrumen tes kemampuan kognitif level tinggi sebagai *pretest* dan *posttest*, handout materi optik, kuis, video monolog, video proyek dan lembar kerja mahasiswa. *Pretest* dan *posttest* untuk mengukur kemampuan kognitif level tinggi mahasiswa pada kondisi awal dan kondisi akhir pembelajaran. *Pretest* dirancang untuk menilai pengetahuan awal mahasiswa yang mengamati. *Posttest* mencakup semua item yang ada dalam *pretest* ditambah item tambahan analisis konsep optik. Item-item soal tes kemampuan kognitif level tinggi meliputi analisis fakta sederhana, menemukan data, membuat inferensi, melakukan perhitungan kompleks, dan menerapkan konsep untuk memecahkan masalah. Langkah-langkah yang diterapkan oleh mahasiswa dalam pembelajaran STEM-DCP berbantuan video proyek ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Penerapan STEM-DCP berbantuan video oleh mahasiswa

### Sampel Penelitian

Sampel penelitian terdiri dari 38 mahasiswa melalui pemilihan sampel teknik *purposive sampling*, kelompok eksperimen berjumlah 20 mahasiswa dan kelompok kontrol 18 mahasiswa. Kelas eksperimen mendapatkan pembelajaran STEM-DCP dengan video proyek. Kelas kontrol mendapatkan pembelajaran STEM-DCP dengan video monolog.

### Prosedur penelitian

Identifikasi masalah dilakukan untuk menganalisis kemampuan kognitif level tinggi mahasiswa. Pretest mencakup 8 soal essay materi optik dengan 5 submateri yang dibahas dalam pembelajaran. Post-test terdiri dari 12 soal essay, termasuk semua soal pretes dan 4 soal baru.

Dalam pembelajaran tersedia 3 video proyek untuk kelas eksperimen dan 3 video monolog untuk kelas kontrol. Pembelajaran pertama mahasiswa mengamati video secara individu, pada 4 pembelajaran selanjutnya mahasiswa mengamati video secara kolabratif. Dalam pembelajaran kolaboratif setiap mahasiswa yang dipasangkan secara acak diminta untuk menjadwalkan dua pertemuan daring sinkron setiap minggu, di mana setiap pasangan menonton video dan menyelesaikan lembar kerja bersama-sama. Setiap pasangan diharuskan menyelesaikan setiap lembar kerja secara kolaboratif melalui diskusi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, video proyek dan video analog dikategorikan menjadi 4 bagian antara lain: (1) informasi/data; (2) umpan balik; (3) koreksi dan (4) petunjuk. Hasil analisis perbedaan capaian video proyek dan video monolog dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Analisis capaian interaksi mahasiswa pada video proyek dan video monolog

Video	Informasi/Data	Umpam balik	Koreksi/reviu	petunjuk	Kriteria interaksi
Monolog	98	0	0	0	Rendah
Proyek	43	27	18	12	Sedang
Rentang skor	Skor minimum: x=0		Skor maksimum: x=100		

Analisis capaian interaksi mahasiswa pada video proyek dan video monolog menunjukkan bahwa video proyek memberikan dampak yang lebih signifikan terhadap peningkatan keterlibatan dan capaian pembelajaran mahasiswa dibandingkan video monolog. Interaksi yang dihasilkan melalui video proyek, yang melibatkan elemen kolaborasi dan kreativitas, mampu memfasilitasi kemampuan kognitif tingkat tinggi, sedangkan video monolog cenderung menghasilkan interaksi yang pasif dan terbatas. Nilai rata-rata *posttest* pada pembelajaran STEM-DCP pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai rata-rata *posttest* pada pembelajaran STEM-DCP

Setting pembelajaran	Pemberian tes	Video monolog	Video Proyek	Rata-rata
Individu	<i>Pretest</i>	41,43	40,86	41,15
	<i>Posttest</i>	51,18	57,53	54,36
Kolaborasi	<i>Pretest</i>	48,80	48,49	48,65
	<i>Posttest</i>	65,06	79,47	72,27
Rata-rata		51,62	56,58	Kategori sedang

Pendekatan pembelajaran STEM-DCP mampu meningkatkan kemampuan kognitif level tinggi mahasiswa. Rata-rata nilai posttest yang lebih tinggi menunjukkan bahwa integrasi STEM dengan Digital Creativity Project *efektif* dalam mengasah kemampuan kognitif tingkat tinggi mahasiswa, sekaligus mendorong pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi yang dipelajari. Temuan ini menguatkan pentingnya implementasi metode pembelajaran inovatif dalam mendukung pencapaian hasil belajar yang optimal. Hasil analisis deskriptif penelitian dan ANCOVA pada Tabel 3.

**Tabel 3.** ANCOVA dan Hasil Analisis Deskriptif Penelitian

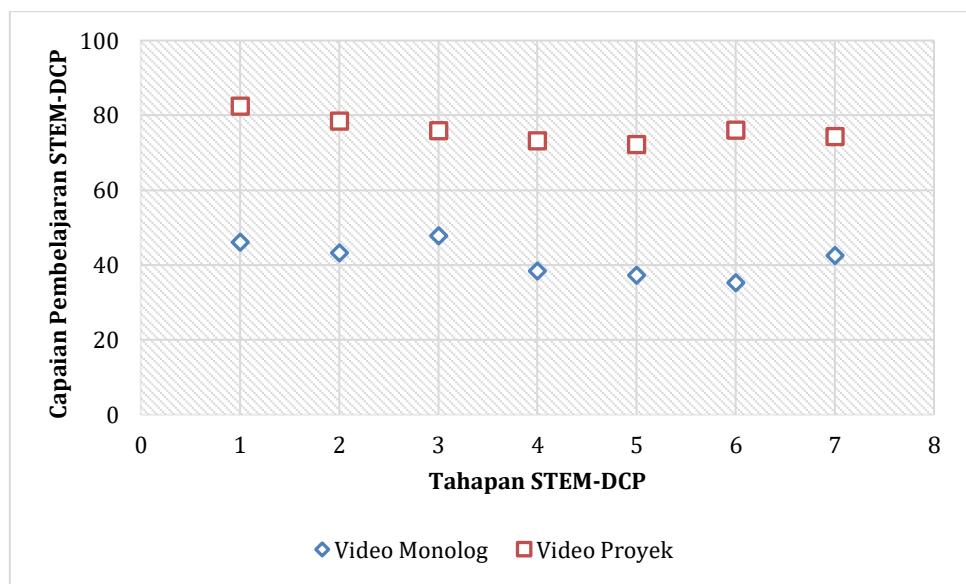
Tahap	Video Monolog		Video Proyek		<i>F</i>	<i>p</i>	<i>Effect size</i>
	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>			
<i>Pretest</i>	45,54	10,79	46,32	12,31	8,74	0,000	0,895
<i>Posttest</i>	67,63	11,92	78,74	14,56			

Nilai rata-rata yang tinggi pada beberapa indikator utama mencerminkan pencapaian yang baik dalam aspek kognitif mahasiswa. Temuan ini memperkuat bahwa pendekatan pembelajaran STEM-DCP yang dirancang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik mahasiswa mampu memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kualitas pembelajaran secara keseluruhan. Hasil analisis *One-Way ANCOVA* kemampuan kognitif level tinggi pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil analisis *One-Way ANCOVA* Kemampuan Kognitif Level Tinggi

Dimensi	Item	Video Monolog		Video Proyek		<i>F</i>	<i>p</i>	<i>Effect size</i>
		<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>			
Analisis	<i>Pretest</i>	42,21	9,87	45,62	11,34	7,48	0,000	0,782
	<i>Posttest</i>	68,84	10,52	77,93	12,35			
Evaluasi	<i>Pretest</i>	43,54	9,24	43,52	11,12	7,32	0,000	0,751
	<i>Posttest</i>	67,89	11,12	76,48	11,89			
Kreasi	<i>Pretest</i>	41,34	9,13	42,27	10,17	7,14	0,000	0,732
	<i>Posttest</i>	65,71	11,08	75,72	11,47			

Capaian kemampuan level tinggi mahasiswa antara kelompok pembelajaran STEM-DCP berbantuan video proyek dan video monolog diperoleh perbedaan yang signifikan. Hasil ini diperkuat dengan nilai rata-rata capaian yang lebih tinggi pada kelompok pembelajaran berbasis video proyek, menunjukkan efektivitas pendekatan STEM-DCP dalam mendorong kemampuan kognitif level tinggi mahasiswa. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya inovasi pembelajaran dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan konstruktif. Capaian kemampuan level kognitif tiap tahapan pembelajaran STEM-DCP dideskripsikan seperti Gambar 1.

**Gambar 1.** Tahapan pembelajaran STEM-DCP

Setiap langkah pembelajaran, mulai dari perencanaan hingga evaluasi, menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam keterlibatan dan kemampuan kognitif mahasiswa. Setiap tahap yang didukung oleh video proyek dan kreativitas digital, terbukti efektif dalam memfasilitasi mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir mahasiswa. Capaian ini menunjukkan bahwa penerapan pendekatan STEM-DCP dapat mengoptimalkan kemampuan kognitif level tinggi dan memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam bagi mahasiswa.

Dalam pembelajaran berbasis STEM-DCP, mahasiswa dihadapkan pada proses pembelajaran yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika dengan pendekatan berbasis kreativitas digital. Penggunaan video proyek sebagai media pendukung juga berperan penting dalam meningkatkan interaksi mahasiswa dengan materi pembelajaran secara lebih mendalam dan kontekstual. Hasil analisis capaian interaksi mahasiswa pada video proyek dan video monolog menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam pola keterlibatan dan partisipasi mahasiswa selama proses pembelajaran STEM-DCP. Mahasiswa yang menggunakan video proyek cenderung menunjukkan tingkat interaksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang menggunakan video monolog. Hal ini dapat dijelaskan oleh sifat video proyek yang bersifat interaktif, menuntut mahasiswa untuk tidak hanya menyimak materi tetapi

jugaberlibat aktif dalam proses pembelajaran melalui diskusi, kolaborasi, dan refleksi terhadap isi video [17], [18], [19], [20].

Capaian pada tahapan pembelajaran STEM-DCP yang meliputi identifikasi masalah, perencanaan proyek, eksplorasi data, pengembangan produk, pengujian proyek, presentasi dan publikasi, serta refleksi dan evaluasi menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif dalam mendorong kemampuan kognitif level tinggi mahasiswa. Setiap tahapan memiliki peran signifikan dalam melatihkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan analitis mahasiswa. Identifikasi masalah memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk memahami permasalahan secara mendalam, sedangkan perencanaan proyek dan eksplorasi data memberikan kesempatan mahasiswa dalam merancang pemecahan masalah berbasis data yang relevan. Pengembangan produk dan pengujian proyek melatih mahasiswa untuk berpikir secara sistematis dan berinovasi. Tahapan presentasi dan publikasi mendorong mahasiswa untuk melatihkan kemampuan komunikasi ilmiah [21], [22]. Refleksi dan evaluasi menjadi bagian penting untuk menilai efektivitas proses dan hasil pembelajaran terkait kemampuan kognitif level tinggi. Secara keseluruhan, tahapan pembelajaran STEM-DCP memberikan pengalaman belajar yang holistik, integratif, dan mampu meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan secara kreatif dan inovatif.

Video proyek memanfaatkan pendekatan berbasis proyek yang relevan dengan pembelajaran STEM-DCP (*Digital Creativity Project*). Mahasiswa didorong untuk mengaitkan teori dengan aplikasi nyata. Aktivitas ini merangsang kemampuan berpikir kritis dan kreatif sebagai bagian penting dari kemampuan kognitif level tinggi. Interaksi mahasiswa juga diperkaya dengan penggunaan video yang mengarahkan mahasiswa mengajukan pertanyaan, memberikan tanggapan, atau berdiskusi secara aktif dengan sesama mahasiswa. Video monolog lebih bersifat pasif karena hanya menyajikan informasi secara linier tanpa melibatkan mahasiswa secara aktif. Mahasiswa dalam kondisi ini hanya bertindak sebagai penerima informasi, sehingga peluang untuk mengembangkan kemampuan interaksi dan kolaborasi menjadi lebih terbatas [1], [23]. Video monolog tetap memberikan manfaat bagi mahasiswa yang membutuhkan penguatan pemahaman dan kemampuan kognitif berdasarkan konten materi.

Capaian interaksi mahasiswa pada video proyek mencerminkan efektivitas pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi dengan keterlibatan aktif mahasiswa. Penggunaan video proyek dalam pembelajaran STEM-DCP dapat menjadi salah satu strategi yang efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, khususnya dalam mendukung pengembangan kemampuan kognitif level tinggi dan interaksi aktif mahasiswa [2], [3], [4], [24], [25]. Hasil analisis kemampuan kognitif level tinggi mahasiswa menunjukkan peningkatan yang signifikan. Hal ini dibuktikan melalui nilai rata-rata post-test yang lebih tinggi dibandingkan pre-test. Pembelajaran STEM-DCP dengan bantuan video proyek memberikan kontribusi terhadap pengembangan kemampuan kognitif tingkat tinggi, khususnya dalam aspek analisis. Tahapan pembelajaran STEM-DCP yang melibatkan identifikasi masalah, eksplorasi konsep, perancangan solusi, implementasi proyek, hingga evaluasi hasil, memberikan pengalaman belajar yang holistik dan menantang bagi mahasiswa. Proses ini mendorong mahasiswa untuk berpikir kritis, melakukan analisis mendalam, serta menghasilkan solusi kreatif terhadap permasalahan [24], [25].

Penggunaan video proyek memiliki peran penting dalam meningkatkan keterlibatan mahasiswa selama pembelajaran. video proyek. Video yang dirancang secara interaktif dan kontekstual, mampu menarik perhatian mahasiswa dan memotivasi mahasiswa untuk lebih aktif berpartisipasi dalam pembelajaran. Sebaliknya, video monolog cenderung kurang efektif dalam memfasilitasi keterlibatan aktif mahasiswa karena sifatnya yang bersifat satu arah dan kurang interaktif. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi pendekatan STEM-DCP dengan media video proyek tidak hanya mendukung penguasaan materi pembelajaran, tetapi juga mendorong pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Penerapan model pembelajaran STEM didukung dengan proyek kreativitas digital sangat direkomendasikan untuk mendukung pembelajaran di pendidikan tinggi, khususnya pada mata kuliah yang membutuhkan pendekatan interdisipliner dan berbasis proyek [26], [27].

#### 4. Simpulan

Pendekatan pembelajaran STEM-DCP efektif dalam meningkatkan kemampuan kognitif level tinggi siswas. Penerapan model pembelajaran ini memberikan kesempatan mahasiswa untuk lebih aktif dan terlibat dalam proses pembelajaran melalui integrasi teknologi digital dan proyek berbasis video, yang memfasilitasi eksplorasi ide serta pemecahan masalah secara mandiri maupun kolaboratif. Hasil penelitian juga mengindikasikan bahwa penggunaan video proyek sebagai alat bantu pembelajaran mampu memperkuat kemampuan kognitif level tinggi konsep optik dan memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna bagi mahasiswa. Pembelajaran STEM-DCP berbantuan video proyek mendorong pengembangan kemampuan kognitif level tinggi di era digital. Hasil analisis penelitian ini menyatakan peluang untuk mengembangkan video proyek sebagai format pembelajaran yang efektif dan berbiaya rendah yang memberikan pengaruh positif terhadap pembelajaran mahasiswa pada kelas kecil maupun kelas besar. Fasilitator dapat dengan mudah mengintegrasikan video proyek dalam pertemuan daring dan penugasan mandiri.

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada BOPTN LP2M UIN Walisongo Semarang atas dukungan dalam proses penelitian dan penyelesaian artikel ini. Terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Fisika UIN Walisongo Semarang atas fasilitas yang diberikan selama penelitian ini berlangsung. Terima kasih atas arahan, dan kerja sama dari berbagai pihak. Semoga kontribusi kecil ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan pendidikan, khususnya dalam penerapan pembelajaran berbasis STEM di masa depan.

#### Daftar Pustaka

- [1] C. B. Hornburg, Y. A. King, L. Westerberg, S. A. Schmitt, and D. J. Purpura, “The roles of mathematical language and emergent literacy skills in the longitudinal prediction of specific early numeracy skills,” *J Exp Child Psychol*, vol. 244, p. 105959, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2024.105959>.
- [2] R. F. Ciriello, A. Richter, and L. Mathiassen, “Emergence of creativity in IS development teams: A socio-technical systems perspective,” *Int J Inf Manage*, vol. 74, p. 102698, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102698>.
- [3] Z. Ivcevic and M. Grandinetti, “Artificial intelligence as a tool for creativity,” *Journal of Creativity*, vol. 34, no. 2, p. 100079, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.yjoc.2024.100079>.
- [4] C. Erdem, “A comparative meta-analysis of the effects of problem-based learning model on K-12 students’ cognitive outputs,” *Educ Stud*, vol. 50, no. 6, pp. 1498–1519, Nov. 2024, doi: 10.1080/03055698.2022.2103650.
- [5] K. Kaplan Mintz, O. Arazy, and D. Malkinson, “Multiple forms of engagement and motivation in ecological citizen science,” *Environ Educ Res*, vol. 29, no. 1, pp. 27–44, Jan. 2023, doi: 10.1080/13504622.2022.2120186.
- [6] S. Grey and P. Morris, “Capturing the spark: PISA, twenty-first century skills and the reconstruction of creativity,” *Globalisation, Societies and Education*, vol. 22, no. 2, pp. 156–171, Mar. 2024, doi: 10.1080/14767724.2022.2100981.
- [7] M. S. Fredagsvik, “The challenge of supporting creativity in problem-solving projects in science: a study of teachers’ conversational practices with students,” *Research in Science & Technological Education*, vol. 41, no. 1, pp. 289–305, Jan. 2023, doi: 10.1080/02635143.2021.1898359.
- [8] K.-S. Tang, “Exploring the materiality of science learning: analytical frameworks for examining interactions with material objects in science meaning-making,” *Research in Science & Technological Education*, vol. 42, no. 1, pp. 32–53, Jan. 2024, doi: 10.1080/02635143.2023.2232307.
- [9] L.-T. Strobel, M. Strobel, I. M. Welpe, and M. A. Korsgaard, “The Role of Creative Leadership Manifestations in Creativity and Innovation,” *Creat Res J*, pp. 1–19, doi: 10.1080/10400419.2024.2321734.

- [10] E. Öz, "Effects of peer instruction on academic achievement: a meta-analysis," *Pedagogies: An International Journal*, vol. 19, no. 4, pp. 505–522, Oct. 2024, doi: 10.1080/1554480X.2023.2246447.
- [11] J. T. Claussen and T. Ehmke, "Cameras in the classroom – media competence through student teachers' theoretical reflections on the use of classroom videos?," *Cogent Education*, vol. 10, no. 2, p. 2260234, Dec. 2023, doi: 10.1080/2331186X.2023.2260234.
- [12] R. Deng, "Effect of video styles on learner engagement in MOOCs," *Technology, Pedagogy and Education*, vol. 33, no. 1, pp. 1–21, Jan. 2024, doi: 10.1080/1475939X.2023.2246981.
- [13] D. Saribas, "An online laboratory applications course for the development of scientific practices and scientific method," *Int J Sci Educ*, vol. 45, no. 16, pp. 1340–1367, Nov. 2023, doi: 10.1080/09500693.2023.2205550.
- [14] C. M. Lee, E. Meyers, and M. Milner-Bolotin, "Science Learning in YouTube Comments on Science Videos Embedding Movie References," *J Coll Sci Teach*, vol. 53, no. 6, pp. 616–622, Nov. 2024, doi: 10.1080/0047231X.2024.2389439.
- [15] G. Buchholz and P. M. Dass, "Using Collaborative Digital Summary Tables to Impact Student Engagement and Learning," *Science Scope*, vol. 47, no. 3, pp. 11–17, May 2024, doi: 10.1080/08872376.2024.2340359.
- [16] J. W. Creswell, *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2017.
- [17] M. Irmayanti, L.-F. Chou, and N. N. binti Z. Anuar, "Storytelling and math anxiety: a review of storytelling methods in mathematics learning in Asian countries," *European Journal of Psychology of Education*, vol. 40, no. 1, p. 24, 2024, doi: 10.1007/s10212-024-00927-1.
- [18] İ. Dökme and Z. Ş. Hancioğlu, "Three-stage robotic STEM program ignites secondary school students' interest in STEM career and attitudes toward science," *Educ Inf Technol (Dordr)*, 2025, doi: 10.1007/s10639-025-13318-w.
- [19] S. Arango-Caro *et al.*, "3D plants: the impact of integrating science, design, and technology on high school student learning and interests in STEAM subjects and careers," *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, vol. 7, no. 1, p. 1, 2025, doi: 10.1186/s43031-025-00120-4.
- [20] Muhammad Furqon, Aris Riyanto, and I. Idris, "Development of SMART-Based Soft Skills: Integration of STEM, HOTS Based on Project-Based Learning for Vocational Students," *Journal of Science and Education (JSE)*, vol. 5, no. 2, pp. 467–473, Jan. 2025, doi: 10.58905/jse.v5i2.407.
- [21] Q. Aini, A. Saefullah, and D. A. Rostikawati, "Implementasi Project Based Learning Dengan Pendekatan STEM Untuk Meningkatkan Kreativitas Berpikir Santri Pada Materi Termodinamika," *MAGNETON: Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, vol. 3, no. 1, Jan. 2025, doi: 10.30822/magneton.v3i1.3689.
- [22] L. Zhu, L. Shu, P. Tian, D. Sun, and M. Luo, "Facilitating students' design thinking skills in science class: an exploratory study," *Int J Sci Educ*, vol. 47, no. 1, pp. 23–44, Jan. 2025, doi: 10.1080/09500693.2024.2309658.
- [23] F. Yllana-Prieto, D. González-Gómez, and J. S. Jeong, "The escape room and breakout as an aid to learning STEM contents in primary schools: an examination of the development of pre-service teachers in Spain," *Educ 3 13*, vol. 53, no. 1, pp. 15–31, Jan. 2025, doi: 10.1080/03004279.2022.2163183.
- [24] L.-T. Strobel, M. Strobel, I. M. Welpe, and M. A. Korsgaard, "The Role of Creative Leadership Manifestations in Creativity and Innovation," *Creat Res J*, pp. 1–19, doi: 10.1080/10400419.2024.2321734.
- [25] G. Buchholz and P. M. Dass, "Using Collaborative Digital Summary Tables to Impact Student Engagement and Learning," *Science Scope*, vol. 47, no. 3, pp. 11–17, May 2024, doi: 10.1080/08872376.2024.2340359.
- [26] S. Grey and P. Morris, "Capturing the spark: PISA, twenty-first century skills and the reconstruction of creativity," *Globalisation, Societies and Education*, vol. 22, no. 2, pp. 156–171, Mar. 2024, doi: 10.1080/14767724.2022.2100981.

- [27] R. Deng and Y. Gao, “Effects of embedded questions in pre-class videos on learner perceptions, video engagement, and learning performance in flipped classrooms,” *Active Learning in Higher Education*, vol. 25, no. 3, pp. 473–487, Apr. 2023, doi: 10.1177/14697874231167098.