

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Keterlaksanaan pembelajaran diamati menggunakan lembar observasi yang terdiri atas 12 indikator yang mencakup tahapan *pre-class*, *in-class*, dan *out-of-Class*. Observasi ini dilakukan oleh tiga orang observer pada setiap pertemuan. Hasil observasi kemudian dihitung dalam bentuk persentase dan diinterpretasikan berdasarkan kategori keterlaksanaan pembelajaran yang telah ditetapkan pada BAB III. Rekapitulasi hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran pada setiap pertemuan disajikan pada Tabel 4.1, sedangkan data hasil observasi secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran XV.

1. Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran *Flipped Classroom* Berbasis PjBL Berbantuan Alat Sensor Suhu DHT11

a. Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran Pertemuan I

Pelaksanaan pembelajaran pada pertemuan pertama dilaksanakan sesuai sintaks *Flipped Classroom* berbasis PjBL yang terdiri atas tahap *pre-class*, *in-class*, dan *out-of-class*. Tahap *pre-class* dilaksanakan secara daring melalui *Google Meet* dan *Google Classroom*, tahap *in-class* dilaksanakan secara tatap muka di kelas, sedangkan tahap *out-of-class* dilaksanakan melalui *Google Classroom* sebagai kegiatan refleksi dan tindak lanjut pembelajaran. Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran pada pertemuan pertama disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran Pertemuan I

Tahap Pembelajaran	Total Skor	Persentase	Kategori
<i>Pre-Class</i>	33	92%	Sangat Terlaksana
<i>In-Class</i> (PjBL)	76	90 %	Sangat Terlaksana
<i>Out-of-Class</i>	24	100%	Sangat Terlaksana

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa seluruh tahapan pembelajaran pada pertemuan pertama berada pada kategori Sangat Terlaksana. Tahap *pre-class* memperoleh persentase 92%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar kegiatan pembelajaran sebelum tatap muka telah terlaksana sesuai dengan sintaks *Flipped Classroom*. Guru telah memberikan video pembelajaran dan peserta didik telah mempelajari materi secara mandiri sebelum pembelajaran berlangsung.

Tahap *in-class* memperoleh persentase 90% dengan kategori Sangat Terlaksana. Persentase tersebut menunjukkan bahwa kegiatan inti pembelajaran yang meliputi pemberian pertanyaan mendasar, perencanaan proyek, pelaksanaan proyek, analisis data, dan presentasi hasil proyek telah terlaksana dengan baik. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa indikator yang belum memperoleh skor maksimum sehingga persentasenya sedikit lebih rendah dibandingkan tahap lainnya.

Tahap *out-of-class* memperoleh persentase 100%, yang menunjukkan bahwa seluruh kegiatan refleksi pembelajaran dan tindak lanjut dapat dilaksanakan sesuai dengan rencana pembelajaran.

b. Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran Pertemuan II

Pelaksanaan pembelajaran pada pertemuan kedua dilaksanakan dengan tahapan yang sama seperti pertemuan pertama. Peserta didik mengikuti kegiatan *pre-class* melalui *Google Meet* dan *Google Classroom* untuk mempelajari materi sebelum pembelajaran tatap muka. Selanjutnya, tahap *in-class* dilaksanakan di kelas melalui kegiatan proyek menggunakan alat sensor suhu DHT11, sedangkan tahap *out-of-class* dilaksanakan melalui *Google Classroom* sebagai sarana refleksi dan penyempurnaan hasil proyek. Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran pada pertemuan kedua disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran Pertemuan II

Tahap Pembelajaran	Total Skor	Persentase	Kategori
<i>Pre-Class</i>	33	92%	Sangat Terlaksana
<i>In-Class</i> (PjBL)	80	95 %	Sangat Terlaksana
<i>Out-of-Class</i>	23	96%	Sangat Terlaksana

Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa seluruh tahapan pembelajaran pada pertemuan kedua juga berada pada kategori Sangat Terlaksana. Tahap *pre-class* memperoleh persentase 92%, sama seperti pada pertemuan pertama. Hal tersebut menunjukkan bahwa kegiatan belajar mandiri sebelum pembelajaran berlangsung tetap terlaksana secara konsisten.

Tahap *in-class* memperoleh persentase 95%, meningkat sebesar 5% dibandingkan pertemuan pertama. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa pelaksanaan kegiatan inti pembelajaran berlangsung lebih optimal. Peserta didik tampak lebih terbiasa mengikuti kegiatan proyek sehingga proses diskusi,

perakitan alat sensor suhu DHT11, pengumpulan data, serta presentasi hasil proyek dapat dilaksanakan dengan lebih baik.

Tahap *out-of-class* memperoleh persentase 96%. Meskipun sedikit lebih rendah dibandingkan pertemuan pertama, persentase tersebut masih berada pada kategori Sangat Terlaksana, sehingga menunjukkan bahwa kegiatan refleksi dan tindak lanjut tetap berlangsung dengan baik.

c. Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran Pertemuan III

Pelaksanaan pembelajaran pada pertemuan ketiga merupakan tahap akhir implementasi pembelajaran *Flipped Classroom* berbasis PjBL. Kegiatan *pre-class* tetap dilaksanakan melalui *Google Meet* dan *Google Classroom* sebagai penguatan materi sebelum pembelajaran di kelas. Tahap *in-class* difokuskan pada penyelesaian proyek, presentasi hasil, dan diskusi kelas, sedangkan tahap *out-of-class* dilaksanakan melalui *Google Classroom* untuk melakukan refleksi akhir dan pengumpulan laporan proyek. Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran pada pertemuan ketiga disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran Pertemuan III

Tahap Pembelajaran	Total Skor	Persentase	Kategori
<i>Pre-Class</i>	34	94%	Sangat Terlaksana
<i>In-Class</i> (PjBL)	81	96 %	Sangat Terlaksana
<i>Out-of-Class</i>	23	96%	Sangat Terlaksana

Berdasarkan Tabel 4.3 diketahui bahwa keterlaksanaan pembelajaran pada pertemuan ketiga tetap berada pada kategori Sangat Terlaksana pada seluruh tahapan pembelajaran. Tahap *pre-class* memperoleh persentase 94%, meningkat sebesar 2% dibandingkan dua pertemuan sebelumnya. Hal tersebut

menunjukkan bahwa kegiatan belajar mandiri peserta didik sebelum pembelajaran semakin baik.

Tahap *in-class* memperoleh persentase 96%, merupakan persentase tertinggi selama pelaksanaan penelitian. Hal ini menunjukkan bahwa pelaksanaan sintaks PjBL telah berlangsung secara optimal. Peserta didik terlihat lebih aktif dalam menyelesaikan proyek, melakukan analisis data, serta mempresentasikan hasil pengamatan menggunakan alat sensor suhu DHT11.

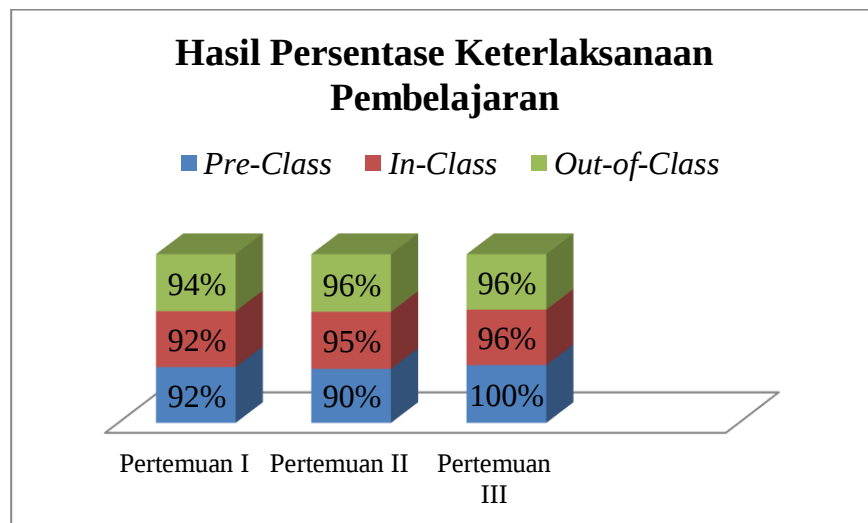
Tahap *out-of-class* memperoleh persentase 96% dengan kategori Sangat Terlaksana. Persentase tersebut menunjukkan bahwa kegiatan refleksi dan tindak lanjut tetap terlaksana dengan baik hingga akhir penelitian.

d. Rekapitulasi Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran

Rekapitulasi keterlaksanaan pembelajaran Flipped Classroom berbasis PjBL berbantuan alat sensor suhu DHT11 selama tiga kali pertemuan disajikan pada Tabel 4.4 dan Diagram 4.1.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran

Tahap Pembelajaran	Persentase Keterlaksanaan		
	Pertemuan I	Pertemuan II	Pertemuan III
<i>Pre-Class</i>	92%	92%	94%
<i>In-Class</i> (PjBL)	90%	95%	96%
<i>Out-of-Class</i>	100%	96%	96%



Gambar 4.1 Diagram Hasil Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran

Berdasarkan dari data diatas diketahui bahwa keterlaksanaan pembelajaran pada seluruh tahapan berada pada kategori Sangat Terlaksana selama tiga kali pertemuan. Tahap *pre-class* menunjukkan persentase yang relatif stabil, yaitu 92% pada pertemuan pertama dan kedua, kemudian meningkat menjadi 94% pada pertemuan ketiga. Tahap *in-class* mengalami peningkatan bertahap dari 90% pada pertemuan pertama menjadi 95% pada pertemuan kedua dan 96% pada pertemuan ketiga. Adapun tahap *out-of-class* memperoleh persentase tertinggi pada pertemuan pertama sebesar 100%, kemudian sedikit menurun menjadi 96% pada pertemuan kedua dan tetap sebesar 96% pada pertemuan ketiga.

Secara keseluruhan, hasil observasi menunjukkan bahwa seluruh sintaks model *Flipped Classroom* berbasis PjBL berbantuan alat sensor suhu DHT11 dapat dilaksanakan dengan kategori Sangat Terlaksana pada setiap pertemuan. Peningkatan pada tahap *in-class* serta kestabilan tahap *pre-class* dan

out-of-class menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran berlangsung secara konsisten sesuai dengan rancangan yang telah disusun.

2. Hasil Kemampuan Berpikir Kreatif Setelah Mengikuti Pembelajaran Flipped Classroom Berbantuan Alat Sensor Suhu DHT11 Pada Materi Pemanasan Global

Kemampuan berpikir kreatif peserta didik diperoleh melalui lembar observasi yang terdiri atas 12 indikator yang disusun berdasarkan empat aspek kemampuan berpikir kreatif, yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*. Penilaian dilakukan oleh tiga orang observer pada setiap pertemuan. Skor yang diperoleh kemudian dirata-ratakan dan diinterpretasikan berdasarkan interval kategori kemampuan berpikir kreatif yang telah ditetapkan pada BAB III, yaitu skor 42–51 termasuk kategori Sangat Kreatif, skor 32–41 termasuk kategori Kreatif, skor 22–31 termasuk kategori Cukup Kreatif, dan skor 12–21 termasuk kategori Kurang Kreatif. Hasil kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada setiap pertemuan disajikan pada Tabel 4.5 sampai dengan Tabel 4.8, sedangkan hasil observasi kemampuan berpikir kreatif secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran XII.

a. Hasil Kemampuan Berpikir Kreatif Pertemuan I

Hasil kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada pertemuan pertama diperoleh berdasarkan penilaian terhadap dua belas indikator yang mewakili empat aspek kemampuan berpikir kreatif. Hasil observasi tersebut disajikan pada Tabel 4.5, sedangkan data hasil observasi secara lengkap terdapat pada Lampiran XII.

Tabel 4.5 Hasil Kemampuan Berpikir Kreatif Pertemuan I

No Siswa	Jumlah Total Skor Pertemuan I	Kategori
XC-1	39	KREATIF
XC-2	39	KREATIF
XC-3	43	SANGAT KREATIF
XC-4	39	KREATIF
XC-5	39	KREATIF
XC-6	39	KREATIF
XC-7	39	KREATIF
XC-8	30	CUKUP KREATIF
XC-9	33	KREATIF
XC-10	31	CUKUP KREATIF
XC-11	33	KREATIF
XC-12	31	CUKUP KREATIF
XC-13	32	KREATIF
XC-14	33	KREATIF
XC-15	34	KREATIF
XC-16	35	KREATIF
XC-17	35	KREATIF

No Siswa	Jumlah Total Skor Pertemuan I	Kategori
XC-18	35	KREATIF
XC-19	38	KREATIF
XC-20	35	KREATIF
XC-21	36	KREATIF
XC-22	36	KREATIF

Berdasarkan Tabel 4.5, hasil observasi menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada pertemuan pertama berada pada tiga kategori interval. Peserta didik yang memperoleh skor pada interval 42–51 termasuk dalam kategori Sangat Kreatif, yaitu XC-3 dengan skor 43. Selanjutnya, sebagian besar peserta didik memperoleh skor pada interval 32–41 sehingga termasuk dalam kategori Kreatif, yaitu XC-1, XC-2, XC-4, XC-5, XC-6, XC-7, XC-9, XC-11, XC-13, XC-14, XC-15, XC-16, XC-17, XC-18, XC-19, XC-20, XC-21, dan XC-22. Sementara itu, peserta didik yang memperoleh skor pada interval 22–31 termasuk dalam kategori Cukup Kreatif, yaitu XC-8, XC-10, dan XC-12. Tidak terdapat peserta didik yang memperoleh skor pada interval 12–21 atau kategori Kurang Kreatif.

Secara umum, hasil pada pertemuan pertama menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif peserta didik didominasi oleh kategori Kreatif, meskipun masih terdapat beberapa peserta didik yang berada pada kategori Cukup Kreatif

b. Hasil Kemampuan Berpikir Kreatif Pertemuan II

Hasil kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada pertemuan kedua diperoleh melalui proses observasi selama pelaksanaan pembelajaran. Rekapitulasi hasil observasi disajikan pada Tabel 4.6, sedangkan data lengkap hasil observasi terdapat pada Lampiran XII.

Tabel 4.6 Hasil Kemampuan Berpikir Kreatif Pertemuan I

No	Jumlah Total Skor P-II	Kategori
XC-1	45	SANGAT KREATIF
XC-2	45	SANGAT KREATIF
XC-3	47	SANGAT KREATIF
XC-4	45	SANGAT KREATIF
XC-5	45	SANGAT KREATIF
XC-6	45	SANGAT KREATIF
XC-7	45	SANGAT KREATIF
XC-8	28	CUKUP KREATIF
XC-9	35	KREATIF
XC-10	28	CUKUP KREATIF
XC-11	34	KREATIF
XC-12	35	KREATIF
XC-13	33	KREATIF

No	Jumlah Total Skor P-II	Kategori
XC-14	33	KREATIF
XC-15	34	KREATIF
XC-16	36	KREATIF
XC-17	36	KREATIF
XC-18	35	KREATIF
XC-19	38	KREATIF
XC-20	35	KREATIF
XC-21	36	KREATIF
XC-22	36	KREATIF

Berdasarkan Tabel 4.6, kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada pertemuan kedua mengalami perkembangan dibandingkan pertemuan pertama. Peserta didik yang memperoleh skor pada interval 42–51 atau kategori Sangat Kreatif bertambah menjadi XC-1, XC-2, XC-3, XC-4, XC-5, XC-6, dan XC-7. Selanjutnya, peserta didik yang memperoleh skor pada interval 32–41 termasuk kategori Kreatif terdiri atas XC-9, XC-11, XC-12, XC-13, XC-14, XC-15, XC-16, XC-17, XC-18, XC-19, XC-20, XC-21, dan XC-22. Adapun peserta didik yang memperoleh skor pada interval 22–31 atau kategori Cukup Kreatif adalah XC-8 dan XC-10. Pada pertemuan kedua juga tidak terdapat peserta didik yang memperoleh skor pada interval 12–21 atau kategori Kurang Kreatif.

Hasil tersebut menunjukkan adanya perkembangan kemampuan berpikir kreatif peserta didik, ditandai dengan bertambahnya peserta didik yang mencapai kategori Sangat Kreatif dibandingkan pertemuan sebelumnya.

c. Hasil Kemampuan Berpikir Kreatif Pertemuan III

Hasil kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada pertemuan ketiga merupakan hasil observasi pada akhir pelaksanaan pembelajaran. Hasil tersebut disajikan pada Tabel 4.7, sedangkan data hasil observasi secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran XII.

Tabel 4.7 Hasil Kemampuan Berpikir Kreatif Pertemuan I

No	Jumlah Total Skor P-III	Kategori
XC-1	45	SANGAT KREATIF
XC-2	45	SANGAT KREATIF
XC-3	47	SANGAT KREATIF
XC-4	45	SANGAT KREATIF
XC-5	45	SANGAT KREATIF
XC-6	45	SANGAT KREATIF
XC-7	45	SANGAT KREATIF
XC-8	32	KREATIF
XC-9	33	KREATIF
XC-10	33	KREATIF
XC-11	34	KREATIF
XC-12	35	KREATIF
XC-13	33	KREATIF
XC-14	33	KREATIF
XC-15	33	KREATIF
XC-16	36	KREATIF

No	Jumlah Total Skor P-III	Kategori
XC-17	36	KREATIF
XC-18	35	KREATIF
XC-19	38	KREATIF
XC-20	35	KREATIF
XC-21	36	KREATIF
XC-22	36	KREATIF

Berdasarkan Tabel 4.7, kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada pertemuan ketiga menunjukkan hasil yang lebih baik. Peserta didik yang memperoleh skor pada interval 42–51 atau kategori Sangat Kreatif terdiri atas XC-1, XC-2, XC-3, XC-4, XC-5, XC-6, dan XC-7. Seluruh peserta didik lainnya, yaitu XC-8 sampai XC-22, memperoleh skor pada interval 32–41 sehingga termasuk dalam kategori Kreatif. Pada pertemuan ketiga tidak terdapat lagi peserta didik yang berada pada interval 22–31 maupun interval 12–21, sehingga tidak ada peserta didik yang termasuk kategori Cukup Kreatif ataupun Kurang Kreatif.

Hasil pada pertemuan ketiga menunjukkan bahwa seluruh peserta didik telah mencapai kategori Kreatif dan Sangat Kreatif, sehingga menggambarkan adanya perkembangan kemampuan berpikir kreatif selama implementasi pembelajaran.

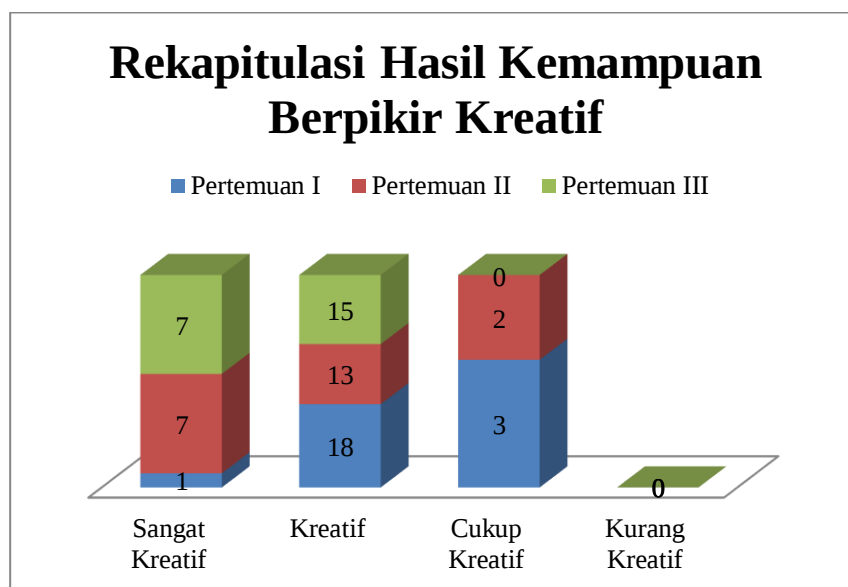
d. Rekapitulasi Hasil Kemampuan Berpikir Kreatif

Untuk memberikan gambaran secara menyeluruh mengenai perkembangan kemampuan berpikir kreatif peserta didik selama pelaksanaan pembelajaran, hasil observasi pada pertemuan I, pertemuan II, dan pertemuan III direkapitulasi berdasarkan interval kategori kemampuan berpikir kreatif yang

telah ditetapkan pada BAB III. Rekapitulasi ini menunjukkan distribusi jumlah peserta didik pada setiap kategori, yaitu Sangat Kreatif (interval skor 42–51), Kreatif (interval skor 32–41), Cukup Kreatif (interval skor 22–31), dan Kurang Kreatif (interval skor 12–21). Rekapitulasi hasil kemampuan berpikir kreatif peserta didik selama tiga kali pertemuan disajikan pada Tabel 4.8 dan Diagram 4.2, sedangkan data hasil observasi secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran XII.

Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Kemampuan Berpikir Kreatif

	Interval Skor	Kategori	Pertemuan		
			I	II	III
1	42-51	Sangat Kreatif	1 Siswa	7 Siswa	7 Siswa
2	32-41	Kreatif	18 Siswa	13 Siswa	15 Siswa
3	22-31	Cukup Kreatif	3 Siswa	2 Siswa	0
4	12-21	Kurang Kreatif	0	0	0
Total			22	22	22



Gambar 4.2 Diagram Hasil Kemampuan Berpikir Kreatif

Berdasarkan Tabel 4.8 dan Diagram 4.2, kemampuan berpikir kreatif peserta didik menunjukkan perkembangan pada setiap pertemuan. Pada pertemuan pertama, sebagian besar peserta didik berada pada interval skor 32–41 dengan kategori Kreatif, yaitu sebanyak 18 peserta didik. Selain itu, terdapat 1 peserta didik yang berada pada interval 42–51 dengan kategori Sangat Kreatif, serta 3 peserta didik yang berada pada interval 22–31 dengan kategori Cukup Kreatif.

Pada pertemuan kedua, jumlah peserta didik yang berada pada kategori Sangat Kreatif meningkat menjadi 7 peserta didik. Sementara itu, peserta didik pada kategori Kreatif berjumlah 13 peserta didik, sedangkan kategori Cukup Kreatif berkurang menjadi 2 peserta didik. Tidak terdapat peserta didik yang berada pada kategori Kurang Kreatif.

Selanjutnya, pada pertemuan ketiga, kategori Sangat Kreatif tetap berjumlah 7 peserta didik, sedangkan kategori Kreatif meningkat menjadi 15 peserta didik. Pada pertemuan ini tidak terdapat lagi peserta didik yang berada pada kategori Cukup Kreatif maupun Kurang Kreatif. Hasil tersebut menunjukkan bahwa selama implementasi pembelajaran *Flipped Classroom* berbasis PjBL berbantuan alat sensor suhu DHT11 terjadi perkembangan kemampuan berpikir kreatif peserta didik yang ditandai dengan bertambahnya jumlah peserta didik pada kategori Kreatif dan Sangat Kreatif, serta tidak adanya lagi peserta didik yang berada pada kategori Cukup Kreatif pada akhir pembelajaran.

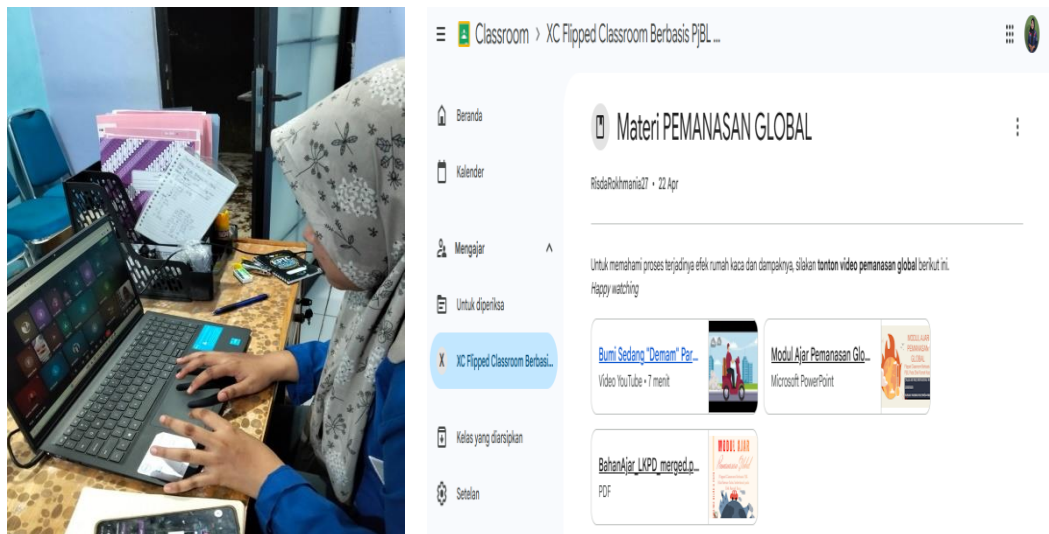
B. Pembahasan

1. Pembahasan Keterlaksanaan Pembelajaran Flipped Classroom Berbasis PjBL Berbantuan Alat Sensor Suhu DHT11

a. Pembahasan Keterlaksanaan Pembelajaran Pertemuan I

Berdasarkan hasil observasi, keterlaksanaan pembelajaran pada pertemuan pertama berada pada kategori Sangat Terlaksana, dengan persentase 92% pada tahap *pre-class*, 90% pada tahap *in-class*, dan 100% pada tahap *out-of-class*. Persentase tersebut menunjukkan bahwa seluruh sintaks pembelajaran *Flipped Classroom* berbasis PjBL telah terlaksana sesuai dengan perencanaan, meskipun pada tahap pelaksanaan proyek masih terdapat beberapa peserta didik yang memerlukan bimbingan dalam memahami penggunaan komponen alat sensor suhu DHT11.

Pada tahap *pre-class*, pembelajaran dilaksanakan secara daring melalui *Google Meet* dan *Google Classroom*. Guru membuka pembelajaran melalui *Google Meet* dengan memberikan apersepsi mengenai fenomena pemanasan global, menyampaikan tujuan pembelajaran, serta memberikan arahan mengenai aktivitas yang akan dilakukan pada pertemuan tatap muka. Selanjutnya, melalui *Google Classroom* guru membagikan video pembelajaran, bahan ajar, serta LKPD yang harus dipelajari peserta didik secara mandiri sebelum mengikuti pembelajaran di sekolah.



Gambar 4.3 Pelaksanaan Tahap *Pre-Class* melalui *Google Classroom*

Pada tahap *pre-class*, memperoleh persentase sebesar 92%, yang menunjukkan bahwa hampir seluruh aktivitas pembelajaran terlaksana dengan sangat baik. Sebagian besar peserta didik telah mengikuti *Google Meet*, mengakses materi yang dibagikan melalui *Google Classroom*, serta mempelajari video pembelajaran sebelum kegiatan tatap muka berlangsung. Kegiatan belajar mandiri peserta didik mempelajari video pembelajaran mengenai pemanasan global, efek rumah kaca, serta pengenalan komponen alat sensor suhu DHT11 sebelum pembelajaran tatap muka. Kegiatan belajar mandiri tersebut memberikan pengetahuan awal mengenai fungsi sensor suhu dalam mendeteksi perubahan temperatur lingkungan. Dengan adanya bekal awal tersebut, peserta didik lebih siap mengikuti pembelajaran sehingga waktu di kelas tidak lagi digunakan untuk menjelaskan konsep dasar, tetapi difokuskan pada kegiatan proyek.



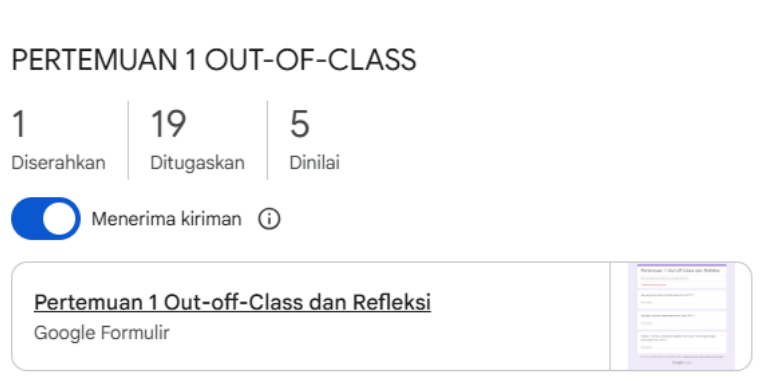
Gambar 4.4 Pelaksanaan Tahap *In-Class* di kelas Menggunakan Alat Sensor Suhu DHT11

Tahap *in-class* menjadi bagian utama dalam penelitian ini karena peserta didik mulai mengembangkan produk berupa alat sensor suhu DHT11. Pada tahap ini setiap kelompok merancang alat menggunakan sensor suhu DHT11 yang dihubungkan dengan papan mikrokontroler Arduino Uno, LCD sebagai penampil data suhu, breadboard, kabel jumper, serta sumber tegangan. Peserta didik tidak hanya mengikuti langkah perakitan yang diberikan guru, tetapi juga mendiskusikan tata letak komponen, jalur pengkabelan, serta alur kerja program agar sensor mampu membaca suhu secara akurat.

Proses perancangan produk tersebut menuntut peserta didik untuk mengidentifikasi fungsi setiap komponen sebelum dirangkai menjadi suatu sistem yang utuh. Sebagai contoh, sensor DHT11 berfungsi mendeteksi suhu lingkungan, Arduino Uno bertugas mengolah sinyal digital dari sensor, sedangkan LCD menampilkan hasil pengukuran suhu sehingga dapat diamati secara langsung oleh peserta didik. Melalui kegiatan tersebut, peserta didik tidak

hanya memahami konsep pemanasan global secara teoritis, tetapi juga mempelajari bagaimana teknologi sederhana dapat dimanfaatkan sebagai alat pengukuran dalam pembelajaran fisika.

Meskipun demikian, pada pertemuan pertama masih ditemukan beberapa kelompok yang mengalami kesalahan dalam penyusunan rangkaian maupun pemasangan kabel sehingga sensor belum mampu menampilkan data suhu secara stabil. Guru kemudian memberikan bimbingan melalui pertanyaan-pertanyaan pengarah tanpa langsung memberikan jawaban. Pendekatan tersebut mendorong peserta didik untuk menemukan sendiri letak kesalahan pada rangkaian yang dibuat sehingga proses pembelajaran tetap berpusat pada peserta didik.



Gambar 4.5 Pelaksanaan Tahap *Out-of-Class* melalui *Google Classroom*

Tahap *out-of-class* memperoleh persentase tertinggi karena seluruh kelompok mampu melakukan refleksi terhadap hasil perakitan alat. Peserta didik mendiskusikan kendala yang dihadapi selama proses pembuatan produk serta menyusun rencana perbaikan yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya.

Refleksi tersebut menjadi bagian penting dalam PjBL karena hasil evaluasi digunakan sebagai dasar penyempurnaan produk pada tahap selanjutnya.

Hasil penelitian ini mendukung teori (Thomas, 2000) yang menyatakan bahwa PjBL memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membangun pengetahuan melalui proses menghasilkan suatu produk. Selain itu, (Bergmann & Sams, 2012) menjelaskan bahwa *Flipped Classroom* memungkinkan waktu pembelajaran di kelas dimanfaatkan untuk aktivitas yang lebih bermakna, seperti eksperimen, diskusi, dan penyelesaian proyek.

b. Pembahasan Keterlaksanaan Pembelajaran Pertemuan II

Pada pertemuan kedua, keterlaksanaan pembelajaran mengalami peningkatan terutama pada tahap *in-class*, yaitu dari 90% menjadi 95%. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa peserta didik mulai terbiasa dengan alur pembelajaran *Flipped Classroom* berbasis PjBL dan semakin memahami proses pengembangan produk alat sensor suhu DHT11.



Gambar 4.6 Pelaksanaan Tahap *In-Class* Pertemuan II

Fokus kegiatan pada pertemuan kedua adalah penyempurnaan produk dan pengujian fungsi alat. Setelah rangkaian selesai dibuat pada pertemuan pertama, peserta didik melakukan pengujian sensor untuk mengetahui apakah alat mampu membaca suhu lingkungan secara akurat. Setiap kelompok menghubungkan sensor DHT11 dengan program Arduino yang telah dibuat, kemudian mengamati hasil pembacaan suhu yang muncul pada LCD.

Selama proses pengujian, beberapa kelompok menemukan perbedaan hasil pembacaan suhu akibat kesalahan sambungan kabel maupun kesalahan pada kode program Arduino. Kondisi tersebut menjadi pengalaman belajar yang penting karena peserta didik dituntut menganalisis penyebab kesalahan, memperbaiki rangkaian, dan menguji kembali alat hingga menghasilkan data yang sesuai. Dengan demikian, produk yang dihasilkan tidak hanya menjadi media demonstrasi, tetapi juga menjadi sarana peserta didik untuk belajar melakukan proses ilmiah melalui kegiatan mencoba, mengamati, menganalisis, dan memperbaiki.

Guru berperan sebagai fasilitator yang mengarahkan peserta didik melalui diskusi dan pertanyaan pemantik sehingga penyelesaian masalah dilakukan secara kolaboratif dalam kelompok. Kondisi tersebut menyebabkan aktivitas peserta didik menjadi lebih aktif dibandingkan pertemuan pertama, yang ditunjukkan oleh meningkatnya persentase keterlaksanaan pembelajaran pada tahap inti.

Temuan ini memperkuat pendapat (Bell, 2010) bahwa PjBL memberikan pengalaman belajar autentik karena peserta didik secara langsung

menghasilkan produk, menguji kualitas produk tersebut, serta memperbaikinya berdasarkan hasil evaluasi.

c. Pembahasan Keterlaksanaan Pembelajaran Pertemuan III

Pada pertemuan ketiga, tahap *in-class* memperoleh persentase 96%, sedangkan tahap *pre-class* dan *out-of-class* masing-masing memperoleh 94% dan 96%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh tahapan pembelajaran telah berlangsung secara optimal.

Produk alat sensor suhu DHT11 yang sebelumnya telah dirakit dan diuji kemudian digunakan sebagai media utama dalam melakukan pengamatan suhu lingkungan. Peserta didik melakukan pengukuran suhu pada beberapa lokasi yang berbeda, mencatat hasil pengamatan, kemudian menyusun tabel dan grafik sederhana sebagai dasar analisis hubungan antara perubahan suhu dengan fenomena pemanasan global.

Kegiatan ini memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dibandingkan pembelajaran konvensional karena peserta didik memperoleh data hasil pengukuran secara langsung melalui alat yang mereka rancang sendiri. Dengan demikian, peserta didik tidak hanya mempelajari konsep pemanasan global dari buku atau video pembelajaran, tetapi mampu membuktikan adanya variasi suhu lingkungan berdasarkan hasil pengamatan lapangan.



Gambar 4.7 Presentasi Kelompok Pelaksanaan *In-Class*

Pada tahap presentasi, setiap kelompok menjelaskan cara kerja produk, fungsi masing-masing komponen, proses perakitan, kendala yang dihadapi selama pembuatan alat, serta hasil pengukuran suhu yang diperoleh. Guru dan kelompok lain memberikan tanggapan terhadap hasil presentasi sehingga terjadi diskusi ilmiah mengenai kelebihan maupun kekurangan produk yang telah dibuat.

Keberhasilan peserta didik dalam menghasilkan produk yang dapat digunakan sebagai alat pengukuran menunjukkan bahwa implementasi *Flipped Classroom* berbasis PjBL mampu mengintegrasikan pengetahuan konseptual dengan keterampilan praktik. Produk alat sensor suhu DHT11 tidak hanya menjadi hasil akhir proyek, tetapi juga berfungsi sebagai media pembelajaran yang membantu peserta didik memahami konsep pemanasan global secara kontekstual melalui pengalaman langsung.

Salah satu keunggulan penelitian ini adalah penggunaan produk alat sensor suhu DHT11 sebagai media pembelajaran dalam implementasi model *Flipped*

Classroom berbasis PjBL. Produk yang dihasilkan peserta didik bukan hanya berfungsi sebagai hasil akhir proyek, tetapi juga sebagai alat praktikum sederhana yang digunakan untuk mengukur suhu lingkungan secara langsung. Penggunaan produk tersebut memberikan pengalaman belajar berbasis *learning by doing*, sehingga peserta didik dapat menghubungkan konsep pemanasan global dengan kondisi nyata di lingkungan sekitar.

Dari sisi pembelajaran, penggunaan alat sensor suhu DHT11 mendukung karakteristik PjBL karena peserta didik terlibat dalam seluruh proses proyek, mulai dari merancang produk, merakit komponen elektronik, mengunggah program Arduino, menguji fungsi alat, melakukan pengambilan data, menganalisis hasil pengukuran, hingga mempresentasikan produk yang telah dibuat. Seluruh tahapan tersebut menempatkan peserta didik sebagai pelaku utama dalam proses pembelajaran.

Selain meningkatkan keterampilan teknis, produk alat sensor suhu DHT11 juga berkontribusi terhadap pengembangan kemampuan berpikir kreatif. Selama proses perancangan dan pengujian alat, peserta didik dituntut menghasilkan ide, memodifikasi desain rangkaian, memperbaiki kesalahan koneksi, serta menentukan solusi ketika alat belum bekerja sesuai harapan. Aktivitas tersebut memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif melalui pengalaman nyata dalam menyelesaikan masalah.

Temuan ini memperlihatkan bahwa penggunaan produk alat sensor suhu DHT11 sebagai media pembelajaran mampu menjadikan materi pemanasan

global lebih konkret, meningkatkan keterlibatan peserta didik, serta mendukung keterlaksanaan model *Flipped Classroom* berbasis PjBL secara optimal.

2. Pembahasan Kemampuan Berpikir Kreatif Setelah Mengikuti Pembelajaran *Flipped Classroom* Berbasis PjBL Berbantuan Alat Sensor Suhu DHT11 Pada Materi Pemanasan Global

a. Pembahasan Kemampuan Berpikir Kreatif Pertemuan I

Berdasarkan hasil penelitian pada pertemuan pertama, kemampuan berpikir kreatif peserta didik masih didominasi oleh kategori Kreatif dengan interval skor 32–41, sedangkan sebagian kecil peserta didik berada pada kategori Sangat Kreatif dengan interval skor 42–51, dan beberapa peserta didik masih berada pada kategori Cukup Kreatif dengan interval skor 22–31. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada tahap awal implementasi pembelajaran, kemampuan berpikir kreatif peserta didik sudah mulai berkembang, meskipun belum merata pada seluruh peserta didik.

Kondisi tersebut dipengaruhi oleh pelaksanaan pembelajaran yang masih merupakan tahap adaptasi terhadap model *Flipped Classroom* berbasis PjBL. Pada tahap *pre-class*, peserta didik mempelajari materi pemanasan global melalui *Google Meet* dan *Google Classroom* sehingga memperoleh pengetahuan awal sebelum mengikuti pembelajaran tatap muka. Namun, sebagian peserta didik masih belum terbiasa belajar secara mandiri sehingga pemahaman yang diperoleh belum optimal.

Pada tahap *in-class*, peserta didik mulai merancang proyek menggunakan alat sensor suhu DHT11, berdiskusi dalam kelompok, dan

menghubungkan hasil pengamatan dengan konsep pemanasan global. Sebagian besar peserta didik telah mampu mengemukakan ide, namun masih terdapat peserta didik yang memerlukan arahan guru ketika menyampaikan gagasan maupun menyelesaikan permasalahan yang ditemukan selama pelaksanaan proyek. Selanjutnya, pada tahap *out-of-class*, peserta didik melakukan refleksi melalui *Google Classroom* sehingga mereka memperoleh kesempatan untuk memperbaiki pemahaman terhadap materi yang telah dipelajari.

Hasil tersebut sejalan dengan pendapat (Alabbasi dkk., 2022) yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir kreatif berkembang melalui pengalaman belajar yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi ide, memecahkan masalah, dan menghasilkan solusi yang beragam. Selain itu, (Bergmann & Sams, 2012) menjelaskan bahwa *Flipped Classroom* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membangun pengetahuan awal sebelum pembelajaran di kelas sehingga waktu tatap muka dapat dimanfaatkan untuk aktivitas yang lebih bermakna.

b. Pembahasan Kemampuan Berpikir Kreatif Pertemuan II

Pada pertemuan kedua, kemampuan berpikir kreatif peserta didik menunjukkan perkembangan yang lebih baik dibandingkan pertemuan pertama. Jumlah peserta didik pada kategori Sangat Kreatif meningkat, sedangkan jumlah peserta didik pada kategori Cukup Kreatif berkurang. Meskipun kategori Kreatif masih mendominasi, hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif peserta didik mulai berkembang setelah mengikuti pembelajaran pada pertemuan kedua.

Perkembangan tersebut dipengaruhi oleh semakin terbiasanya peserta didik mengikuti tahapan pembelajaran *Flipped Classroom* berbasis PjBL. Pada tahap *pre-class*, peserta didik telah lebih siap mengikuti pembelajaran karena sebelumnya telah mempelajari materi melalui *Google Meet* dan *Google Classroom*. Hal tersebut membuat diskusi pada saat pembelajaran tatap muka berlangsung lebih aktif.

Pada tahap *in-class*, peserta didik mulai lebih mandiri dalam menggunakan alat sensor suhu DHT11 untuk melakukan pengukuran suhu lingkungan, mencatat hasil pengamatan, mengolah data, dan mendiskusikan hubungan antara hasil pengukuran dengan fenomena pemanasan global. Guru berperan sebagai fasilitator yang memberikan bimbingan apabila peserta didik mengalami kesulitan, sedangkan peserta didik lebih aktif dalam mengembangkan ide selama penyelesaian proyek.

Tahap *out-of-class* melalui *Google Classroom* dimanfaatkan untuk memperbaiki laporan proyek dan melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah berlangsung. Kegiatan tersebut membantu peserta didik mengevaluasi hasil kerja serta menyempurnakan proyek berdasarkan umpan balik dari guru.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Hartanti & Yolanda, 2024) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi ide, bekerja sama dalam kelompok, serta menghasilkan solusi yang kreatif melalui penyelesaian proyek secara langsung.

c. Pembahasan Kemampuan Berpikir Kreatif Pertemuan III

Pada pertemuan ketiga, kemampuan berpikir kreatif peserta didik menunjukkan hasil yang semakin baik. Seluruh peserta didik telah berada pada kategori Kreatif dan Sangat Kreatif, serta tidak terdapat lagi peserta didik yang berada pada kategori Cukup Kreatif maupun Kurang Kreatif. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif peserta didik berkembang secara bertahap selama implementasi pembelajaran.

Pada tahap *pre-class*, peserta didik telah terbiasa memanfaatkan *Google Meet* dan *Google Classroom* sebagai sarana untuk mempelajari materi sebelum pembelajaran berlangsung. Kesiapan belajar tersebut membuat peserta didik lebih percaya diri dalam mengikuti kegiatan pembelajaran di kelas.

Tahap *in-class* memperlihatkan bahwa peserta didik mampu melaksanakan proyek secara lebih mandiri. Mereka dapat menggunakan alat sensor suhu DHT11, menganalisis data hasil pengukuran, menyusun kesimpulan, serta mempresentasikan hasil proyek dengan lebih sistematis. Guru hanya memberikan penguatan terhadap konsep yang masih memerlukan penjelasan lebih lanjut.

Selanjutnya, pada tahap *out-of-class*, peserta didik melakukan refleksi akhir melalui *Google Classroom* dan menyempurnakan laporan proyek berdasarkan umpan balik yang diberikan guru. Kegiatan refleksi tersebut membantu peserta didik memahami kelebihan dan kekurangan hasil pekerjaannya sehingga pengalaman belajar yang diperoleh menjadi lebih bermakna.

Hasil ini sejalan dengan penelitian (Lijie dkk., 2023) yang menunjukkan bahwa integrasi *Flipped Classroom* dengan pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran sehingga mendukung berkembangnya kemampuan berpikir kreatif.

Berdasarkan hasil penelitian selama tiga kali pertemuan, kemampuan berpikir kreatif peserta didik menunjukkan perkembangan yang positif. Pada pertemuan pertama masih terdapat peserta didik yang berada pada kategori Cukup Kreatif. Pada pertemuan kedua jumlah peserta didik pada kategori tersebut berkurang, sedangkan jumlah peserta didik pada kategori Sangat Kreatif meningkat. Selanjutnya, pada pertemuan ketiga seluruh peserta didik telah berada pada kategori Kreatif dan Sangat Kreatif, sehingga tidak terdapat lagi peserta didik yang berada pada kategori Cukup Kreatif maupun Kurang Kreatif.

Perkembangan tersebut menunjukkan bahwa implementasi pembelajaran *Flipped Classroom* berbasis PjBL berbantuan alat sensor suhu DHT11 mampu memfasilitasi peserta didik untuk belajar secara mandiri sebelum pembelajaran, aktif menyelesaikan proyek ketika tatap muka, serta melakukan refleksi setelah pembelajaran melalui *Google Classroom*. Rangkaian kegiatan tersebut memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan ide, berdiskusi, memecahkan masalah, dan menyempurnakan hasil proyek secara bertahap, sehingga kemampuan berpikir kreatif peserta didik berkembang selama proses pembelajaran.