



IMPLEMENTASI IBL DENGAN *FLIPPED CLASSROOM* TERINTEGRASI STEM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM MATERI PERUBAHAN IKLIM

Al Khodri¹, Abdurrahman^{2*}, Hervin Maulina³

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung

*Email: abdurrahman.1968@fkip.unila.ac.id

Abstract

This study aims to describe the effect of IBL STEM with Flipped Classroom on the topic of climate change on increasing students' systems thinking skills. The population of this study were all students of class XI MIPA SMA Negeri 1 Pagelaran Pringsewu. The sample selection used purposive sampling technique with class XI MIPA 2 totaling 28 students as the experimental class and class XI MIPA 4 totaling 28 as the control class. The design of this study uses the Non-equivalent Control Group Design. The results showed that there was an increase in the ability to think systems with an average N-Gain of 0.72 in the high category. The results of the Independent Sample T-test showed that there was a difference in the mean scores between the experimental class and the control class, which showed a significant effect of the treatment on students' systems thinking abilities. The magnitude of the effect of the treatment is also shown from the Cohen's (d) value of 2.79 in the large category. This shows that learning physics on climate change material using the Inquiry Based Learning STEM model with Flipped Classroom has the effect of increasing students' systems thinking abilities.

Keywords: Flipped Classroom, Systems Thinking Ability, Inquiry Based Learning (IBL), STEM

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh IBL STEM dengan *Flipped Classroom* pada topik perubahan iklim terhadap peningkatan kemampuan berpikir sistem siswa. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Pagelaran Pringsewu. Pemilihan sampel menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kelas XI MIPA 2 yang berjumlah 28 siswa sebagai kelas eksperimen dan kelas XI MIPA 4 yang berjumlah 28 sebagai kelas kontrol. Desain penelitian ini menggunakan *Non-equivalent Control Group Design*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat peningkatan kemampuan berpikir sistem dengan rata-rata *N-Gain* sebesar 0,72 kategori tinggi. Hasil *Independent Sample T-test* diperoleh bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, yang menunjukkan pengaruh *treatment* secara signifikan terhadap kemampuan berpikir sistem siswa. Besarnya pengaruh *treatment* juga ditunjukkan dari nilai *Cohen's (d)* sebesar 2,79 dengan kategori besar. Hal ini menunjukkan pembelajaran fisika pada materi perubahan iklim menggunakan model *Inquiry Based Learning STEM* dengan *Flipped Classroom* berpengaruh meningkatkan kemampuan berpikir sistem siswa.

Kata kunci: *Flipped Classroom*, Kemampuan Berpikir Sistem, *Inquiry Based Learning (IBL)*, *STEM*

Cara Menulis Sitasi: Khodri, A., Abdurrahman, Maulina, H. (2023). Implementasi IBL dengan *Flipped Classroom* Terintegrasi *STEM* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem Materi Perubahan Iklim. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 10 (2), halaman 150-161.

PENDAHULUAN

Pada abad 21, siswa bukan hanya dituntut mampu menguasai kemampuan *creativity* (kreatifitas), *critical thinking* (berpikir kritis), *collaboration* (berkolaborasi) dan *communication* (berkomunikasi), namun juga menjadi *system thinker* (Clark *et al.*, 2017). York *et al.*, (2019) juga berpendapat bahwa berpikir sistem memiliki hubungan yang erat dengan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*), membantu siswa dalam meningkatkan daya ingat terhadap materi dan sebagai kemampuan dalam memecahkan permasalahan yang kompleks. Pendidikan yang berbasis STEM perlu menjadi rujukan bagi proses pendidikan di Indonesia kedepannya (Sartika, 2019). Penggunaan pendekatan STEM pada kemampuan berpikir sistem jika diimplementasikan dengan baik akan menciptakan manfaat serta hasil yang bagus, dan sangat menjajikan digunakan untuk pembelajaran di masa depan (York *et al.*, 2019).

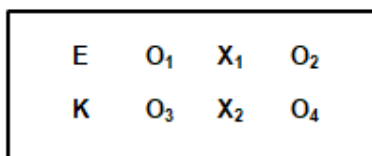
Systems thinking skill menurut Evagorou *et al.*, (2009) dianggap sebagai kemampuan yang penting untuk secara efektif menyusun hubungan yang ada. Oleh karena itu, siswa sebagai *system thinker* tidak hanya mengidentifikasi komponen sistem, tetapi juga mengenali antar hubungan satu dengan yang lain, menjelajahi dan memahami masalah, dan menganalisis konteks fenomena secara menyeluruh. Tarisalia *et al.*, (2020) menyatakan bahwa kurangnya pemahaman siswa dalam menguasai konsep sederhana pada pelajaran fisika disebabkan metode pembelajaran yang hanya menekankan pada konsep teoritik saja. Salah satu solusi dari permasalahan tersebut adalah menggunakan metode *flipped classroom* (Waer & Mawardi, 2021). Berdasarkan hasil penelitiannya metode *flipped classroom* memiliki tingkat kepraktisan yang tinggi. Dimana dengan metode ini siswa lebih diberatkan pada proses mencari dan menemukan sendiri konsep yang dipelajari, dan selama pembelajaran peran pendidik adalah sebagai fasilitator. Sehingga dengan waktu yang sedikit mampu dimanfaatkan menjadi lebih efisien.

Materi perubahan iklim dipercaya mampu memberikan perlakuan lebih sehingga mampu mengasah kemampuan berpikir sistem siswa dalam menyelesaikan *real world problem*. Topik perubahan iklim merupakan topik yang mampu diterapkan dalam pembelajaran berbasis STEM dengan luaran kemampuan berpikir sistem (Meilinda *et al.*, 2018). Guru juga berperan dalam mengasah kemampuan berpikir sistem siswa yaitu dengan menggunakan model, strategi dan pendekatan pembelajaran yang mampu memberdayakan kemampuan berpikir sistem siswa saat proses pembelajaran di kelas (Nuraeni *et al.*, 2020). dalam proses pembelajaran diperlukan sebuah model dan strategi pembelajaran yang dapat mengintegrasikan ilmu fisika sesuai dengan tujuan pendidikan, salah satunya model pembelajaran *Inquiry Based Learning* terintegrasi STEM (Saputri *et al.*, 2020). IBL STEM merupakan salah satu model dalam proses pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan siswa sesuai dengan kerangka pembelajaran abad ke-21 (Abdurrahman, Ariyani, *et al.*, 2019). Penelitian dengan menerapkan IBL STEM berbantuan *Flipped Classroom* belum banyak dilakukan di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh IBL STEM dengan *Flipped Classroom* pada topik perubahan iklim terhadap peningkatan kemampuan berpikir sistem siswa.

METODE

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu seluruh siswa kelas XI IPA di SMA Negeri 1 Pagelaran pada semester genap pada tahun ajaran 2021/2022 yang berjumlah 4 kelas. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* untuk seluruh siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Pagelaran pada semester genap pada Tahun Ajaran 2021/2022. Sampel penelitian ini adalah kelas XI IPA 2 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI IPA 4 sebagai kelas kontrol.

Desain penelitian ini menggunakan metode *Quasi Eksperiment Design* dengan desain penelitian *Non-Equivalent Control Group Design*. Secara umum desain penelitian yang akan digunakan dapat digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Eksperimen *Non-Equivalent Control Group Design*

Instrumen untuk mengukur hasil belajar siswa pada kemampuan *systems thinking* berupa lembar tes soal yang diberikan pada saat *pretest* dan *posttest* dan berbentuk soal pilihan jamak. Uji validitas dan reliabilitas dilakukan menggunakan program *IBM SPSS Statistics 21* pada instrumen sebelum dipakai dalam sampel. Teknik tes digunakan dalam penelitian ini untuk pengumpulan data hasil belajar. Bentuk tes berupa soal pilihan jamak yang terdiri dari 35 soal pada topik perubahan iklim yang diberikan pada kelas eksperimen dan dengan soal yang sama diberikan pada kelas kontrol. Sebelum digunakan, instrumen tes diuji terlebih dahulu menggunakan uji validitas dan uji reliabilitas. Teknik analisis data pada penelitian ini antara lain uji *N-Gain*, uji normalitas, uji homogenitas, *Independent Sample T-Test* untuk uji hipotesis, uji ANCOVA dan *Effect Size*. Uji *N-Gain* dilakukan untuk melihat peningkatan nilai dari nilai *pretest* ke nilai *posttest*. Berikut ini kategori *N-Gain*:

Tabel 1. Klasifikasi *N-Gain*

Rata-rata <i>N-Gain</i>	Klasifikasi
$(g) \geq 0,07$	Tinggi
$0,30 \leq (g) < 0,07$	Sedang
$(g) < 0,30$	Rendah

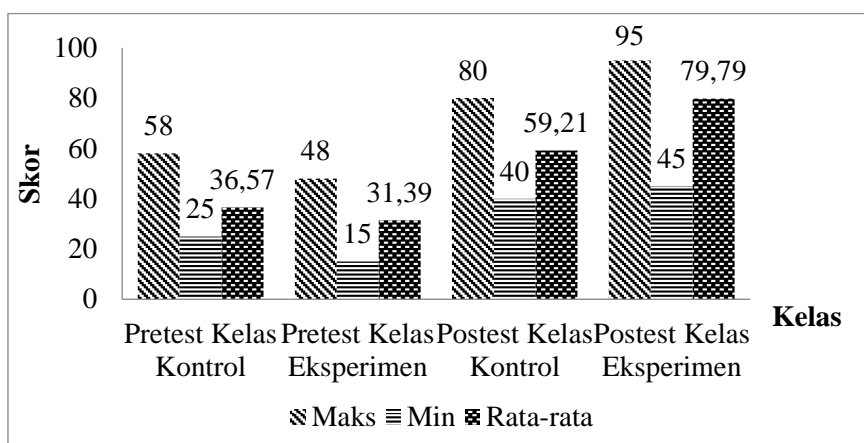
(Meltzer, 2002)

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui suatu sampel penelitian berdistribusi secara normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan *Kolmogorov-Smirnov*, uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui kehomogenan dari sampel yang diberikan pada penelitian ini, data yang

diperoleh digunakan untuk mengetahui terdapat perbedaan atau tidak antara kedua kelompok sampel. Hipotesis yang akan diujikan dengan *Independent Sampel T-test*. Uji *effect size* bertujuan menunjukkan besarnya pengaruh dari variabel terhadap variabel lainnya dalam sebuah penelitian, dan uji ANCOVA bertujuan untuk mengetahui atau melihat pengaruh treatment/perlakuan/faktor terhadap variabel dependen dengan mengontrol variabel lain. Demi ketelitian dan kecepatan dalam pengujian hipotesis penelitian, analisis data dilakukan menggunakan software SPSS versi 21.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan berpikir sistem siswa dapat dianalisis melalui instrumen penelitian, berupa soal *pretest* dan *posttest* yang diberikan pada kelas kontrol dan eksperimen. Data kuantitatif *pretest* diperoleh pada awal pembelajaran, sedangkan data kuantitatif *posttest* diperoleh pada akhir pembelajaran. Data hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir sistem siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol ditampilkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik Hasil Rata-rata Skor *Pretest-Posttest*

Berdasarkan Gambar 2 peningkatan kemampuan berpikir sistem siswa dapat dilihat dari selisih antara nilai rata-rata hasil *pretest* dan *posttest*. Nilai rata-rata *pretest* kelas eksperimen sebelum diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran *Inquiry Based Learning* (IBL) STEM hanya sebesar 31,39. Setelah diberikan perlakuan model *Inquiry Based Learning* (IBL) STEM nilai rata-rata *posttest* menjadi 79,79. Pada kelas kontrol memiliki nilai rata-rata hasil *pretest* yaitu sebesar 36,57. Setelah mempelajari materi perubahan iklim dengan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) rata-rata *posttest* menjadi 59,21.

Tabel 2. Uji Data N-gain

No	Kelas	Nilai	N-gain
----	-------	-------	--------

		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	
1	Kontrol	36,57	59,21	0,37
2	Eksperimen	31,39	79,79	0,72

Berdasarkan data perhitungan Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai N-gain pada kelas kontrol sebesar 0,37 yang berarti tergolong pada kategori sedang, lalu pada kelas eksperimen diperoleh nilai N-gain sebesar 0,72 yang berarti tergolong tinggi. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 3. Uji Normalitas Data

Kelas	Pretest	Posttest
Kontrol	0,821	0,230
Eksperimen	0,271	0,774

Berdasarkan data pada Tabel 3 maka dapat disimpulkan bahwa sampel penelitian berdistribusi Normal, di mana nilai Sig. pada kelas eksperimen dan kontrol > 0,05. Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 4. Uji Homogenitas Data

Nilai	Leave Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Belajar Siswa	0,209	1	54	0,649

Berdasarkan pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai sig > 0,05, maka H₀ diterima sehingga dapat disimpulkan hasil belajar pada kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah sama atau homogen. Hasil Uji *Independent Sample T-test* ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji *Independent Sample T-Test*

Kelas	N	Mean	S.D	T	Sig.
Kontrol	28	36,71	12,289	-10,468	0,000
Eksperimen	28	71,75	12,753	-10,468	0,000

Berdasarkan data Tabel 5 dapat diketahui nilai Sig. (*2-tailed*) sebesar 0,000. Sebagaimana dasar pengambilan keputusan dalam uji *independent sample T-Test* bahwa jika nilai Sig. (*2-tailed*) < 0,05 maka H₀ ditolak dan H₁ diterima. Dengan demikian dapat diartikan terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai *pretest* dengan rata-rata nilai *posttest* dengan menggunakan IBL STEM berbasis *Flipped Classroom*. Hasil Uji *Analysis of covariance* (ANCOVA) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji *Analysis of Covariance* (ANCOVA)

Kelas	N	Mean	S.D	T	Std. Error	Sig.
Eksperimen	28	79,79	11,223			
Kontrol	28	59,21	12,227		1,006	0,000

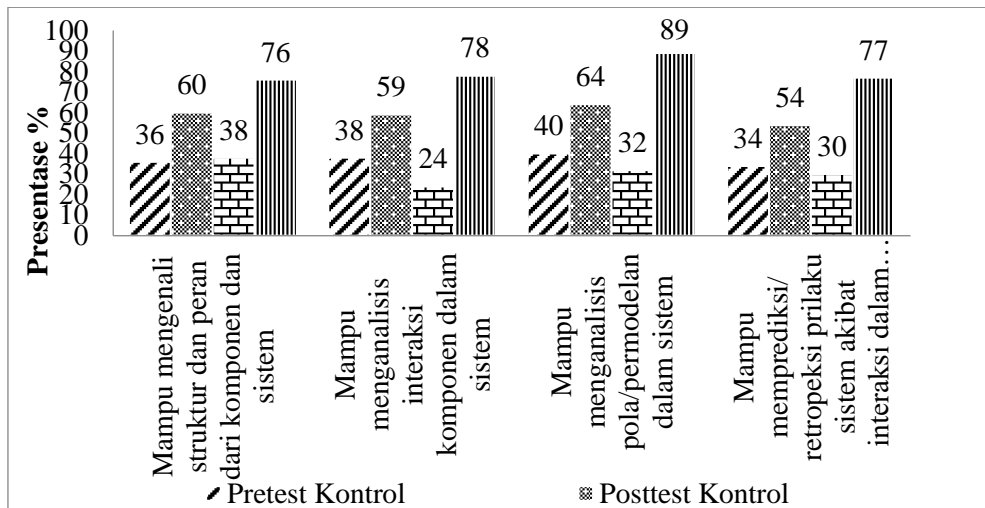
Berdasarkan Tabel 6 hasil uji *Analysis of covariance* (ANCOVA) dengan skor *posttest* sebagai kovariat diperoleh nilai Sig 0,000. Jika nilai Sig. < 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa secara simultan model pembelajaran berpengaruh terhadap nilai yang diperoleh siswa. Hasil uji *effect size* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji *Effect Size*

Kelas	Mean	S.D	Cohen's	Effect Size
Eksperimen	71,73	12,753		
Kontrol	36,71	12,289	2,798	0,813

Berdasarkan Tabel 7 hasil uji *effect size* diperoleh nilai 0,813 yang berarti masuk kategori besar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *Inquiry Based Learning STEM* dengan *Flipped Classroom* dalam peningkatan kemampuan Berpikir Sistem siswa pada materi perubahan iklim memiliki pengaruh yang besar.

Data kuantitatif diperoleh dari selisih rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas kontrol dan eksperimen. Skor pada kelas eksperimen mengalami peningkatan sebesar 48,4. Sedangkan pada kelas kontrol mengalami peningkatan sebesar 22,6. Hasil ini menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan berpikir sistem kelas eksperimen sesudah menerapkan model IBL STEM dengan *Flipped Classroom* mengalami peningkatan hasil pembelajaran. Pengujian hipotesis hasil belajar siswa menggunakan uji *independent sample t-test* dinyatakan diterima dengan nilai Sig. yaitu 0,000 yang berarti terdapat perbedaan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* siswa dengan menggunakan IBL STEM berbasis *Flipped Classroom* dengan nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,72 yang berarti tergolong pada kategori tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian (Nattawut P. & Somkiat T., 2021) menunjukkan bahwa model pembelajaran *Inquiry Based Learning* ketika dikombinasikan dengan media digital dan terintegrasi *Flipped Classroom* memberikan dampak positif terhadap peningkatan prestasi siswa dalam banyak kasus.



Gambar 3. Presentase Indikator Berpikir Sistem

Gambar 3 menunjukkan bahwa pencapaian indikator kemampuan berpikir sistem siswa. Indikator ke 1 dimana peserta didik mampu untuk mengenali peran dan struktur dengan pencapaian sebesar 76%, indikator ke 2 mampu menganalisis interaksi komponen dalam sistem dengan pencapaian sebesar 78%, indikator ke 3 mampu menganalisis pola/pemodelan dalam sistem sebesar 89% dan sebesar 77% pada pencapaian indikator ke 4 yaitu peserta didik mampu memprediksi/ retropeksi perilaku sistem. Indikator pencapaian tertinggi untuk setiap individu pada kelas eksperimen ada pada indikator ke 3 yaitu mampu menganalisis pola/permodelan dalam sistem. Hal ini menunjukkan siswa mampu menggeneralisasi pola yang dibentuk oleh sistem, merancang interaksi komponen-komponen pada sistem serta seluruh komponen dapat digambarkan kedudukannya dalam sebuah batasan (*frame*) sistem.

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa pada indikator pertama yaitu mampu untuk mengenali peran dan struktur dari komponen serta sistem, kelas eksperimen memiliki skor presentase lebih tinggi dari kelas kontrol. Hal tersebut didapatkan setelah siswa diberikan pembelajaran dengan model *Inquiry Based learning STEM*. Model tersebut memiliki sintak pembelajaran yang dapat memfasilitasi indikator pertama berpikir sistem pada tahapan *discovery learning*. Dimulai dengan meningkatkan minat dan motivasi siswa terhadap STEM melalui konteks dan pengalaman berbentuk sains, siswa dapat mengembangkan konsep secara mandiri, sehingga siswa memiliki persepsi bahwa mereka mampu mengeksplorasi potensi yang mereka miliki melalui STEM, dan sains adalah awal dari apa yang akan mereka pelajari (Abdurrahman, Nurulsari, *et al.*, 2019).

Dalam mengenali hubungan struktur komponen dan prosesnya serta membangun kemampuan awal, siswa diberikan topik permasalahan yang diambil dari keadaan lingkungan sekitar yang terdampak perubahan iklim. Siswa mampu mengenali komponen sistem iklim dapat berupa atmosfer, kriosfer dan lainnya serta hubungannya dengan komponen lain. siswa mampu membangun pengetahuan awal serta mampu mengidentifikasi komponen dan prosesnya dalam suatu sistem setelah diberikan stimulus berupa video fenomena perubahan iklim pada awal pembelajaran. Penggunaan video dalam

pembelajaran fisika efektif meningkatkan hasil belajar siswa dan mendorong siswa aktif dalam pembelajaran. Melalui video juga dapat menumbuhkan minat dan motivasi siswa selama pembelajaran berlangsung (Hafizah, 2020).

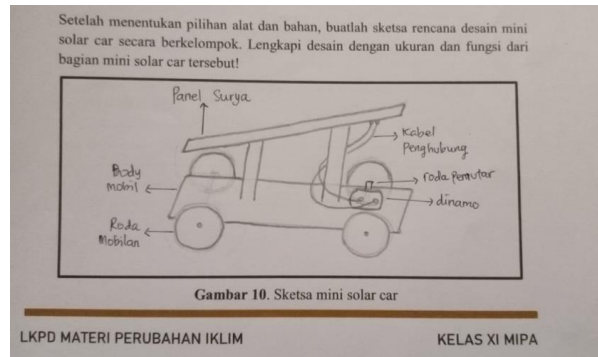
Berdasarkan Gambar 3 juga terlihat bahwa pada indikator kedua (mampu menganalisis interaksi atau hubungan komponen dalam sistem), kelas eksperimen memiliki skor presentase lebih tinggi dari kelas kontrol. Hal tersebut didapatkan setelah siswa diberikan pembelajaran menggunakan model *inquiry*. Sintaks pembelajaran pada model tersebut mampu memfasilitasi indikator kedua berpikir sistem yaitu pada tahapan *interactive demonstration* dan *inquiry lesson*. Indikator ini melatih siswa untuk menganalisis hubungan antar konsep yang berbeda, mampu mengorganisasikan komponen serta mengidentifikasi proses umpan balik yang terjadi dalam sistem (Meilinda *et al.*, 2018). Melalui demonstrasi, siswa akan membangun konsep-konsep alternatif berdasarkan pengalaman yang diperoleh di fase pembelajaran sebelumnya, keberhasilan siswa dalam mengidentifikasi kebenaran konsep alternatif dapat meningkatkan potensi rasa ingin tahu mereka (Abdurrahman, Nurulsari, *et al.*, 2019).

Siswa memprediksi dan menganalisis mengapa dan bagaimana sesuatu dapat terjadi berdasarkan demonstrasi yang dilakukan oleh peneliti terkait dengan hubungan antara emisi karbon dengan konsentrasi karbondioksida dan temperatur. Tahapan *inquiry lesson*, siswa mengidentifikasi variabel yang muncul serta mengontrol variabel satu dengan yang lainnya melalui percobaan dengan mempertimbangkan berbagai adanya pengaruh variabel percobaan yang saling mempengaruhi. Siswa mampu menganalisis interaksi atau hubungan komponen dalam sistem setelah diberikan *treatment* yaitu percobaan sains yang dilakukan berupa peragaan kenaikan temperatur bumi melalui *virtual labs* secara mandiri atau kelompok dengan tetap dalam bimbingan. Hal ini didukung oleh penelitian (Iskandar, 2016) menyatakan bahwa peningkatan hasil belajar fisika peserta didik dapat terjadi pada proses pembelajaran yang menggunakan media *virtual labs*.

Berdasarkan Gambar 3 kembali terlihat bahwa pada indikator ketiga yaitu mampu menganalisis pola atau pemodelan dalam sebuah sistem, kelas eksperimen memiliki skor presentase yang lebih tinggi dari kelas kontrol pada *posttest* dengan presentase 89%, sedangkan kelas kontrol 64%. Hasil tersebut didapatkan setelah siswa mendapatkan pembelajaran dengan model *inquiry* yang pada proses pembelajarannya mampu memfasilitasi indikator ketiga pada kemampuan berpikir sistem pada tahapan *inquiry labs* dan *real world application*. Indikator ketiga ini siswa dilatih untuk mampu menggeneralisasi pola yang dibentuk oleh sistem iklim kemudian mampu merancang pola interaksinya sehingga mampu untuk merancang pemodelan yang menggambarkan kedudukan seluruh komponen pada sistem iklim (Meilinda *et al.*, 2018).

Siswa membuat atau mengembangkan pemodelan kedudukan seluruh komponen dalam satu frame sistem iklim. Siswa diminta merencanakan penyelesaian permasalahan dengan mendesain produk yang akan dibuat berdasarkan masalah yang telah temukan sebelumnya. Sebagai contoh permasalahan yang didapatkan yaitu tingginya emisi karbon yang dihasilkan setiap tahunnya yang akan

mempengaruhi temperatur dan konsentrasi karbondioksida di atmosfer, dengan begitu siswa dituntut untuk mampu membuat rancangan pemodelan kedudukan dari seluruh komponen pada sistem iklim. Menurut (Capraro *et al.*, 2013) proses mendesain adalah proses pendekatan secara sistematis dalam mengembangkan penyelesaian dari masalah yang ada. Siswa diminta untuk merencanakan pembuatan *mini solar car* dimulai dari perancangan desain hingga pembuatan produk tersebut. Hasil rancangan desain siswa pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Rancangan *Mini Solar Car* Siswa

Tahapan *inquiry labs* kegiatan siswa dapat dilihat dari Gambar 4 yang berisi kegiatan perancangan *mini solar car* sederhana. Tolak ukur keberhasilan saat membangun dan melakukan uji coba produk dapat dilihat dari keberhasilan dalam mendesain produk, oleh karenanya guru memberikan umpan balik kepada masing-masing kelompok secara langsung. Hal ini didukung oleh (Fitri *et al.*, 2020) dalam penelitiannya menyatakan bahwa untuk memprediksi suatu variabel harus menggunakan pola-pola atau keteraturan hasil pengamatan sebelumnya, dan siswa harus memiliki kemampuan penalaran yang baik untuk dapat menemukan pola-pola atau kecenderungan pada variabel tersebut.

Tahap berikutnya yaitu *real world application*, siswa diberikan kesempatan untuk membuat dan menguji coba rancangan sebelumnya. Berikut adalah hasil rancangan *mini solar car* sederhana yang ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Uji Coba *Mini Solar Car*

Berdasarkan Gambar 5 merupakan kegiatan mengintegrasikan beberapa disiplin ilmu pembelajaran, antar lain *science, technology, engineering, dan mathematics*. Melalui pengintegrasian

beberapa disiplin ilmu tersebut khususnya *Engineering*, saat mendesain siswa dapat dilatih pada kemampuan berpikir sistem (Rahayu *et al.*, 2022) dan memahami bagaimana teknologi dapat dikembangkan melalui proses desain (Asmuniv, 2015).

Berdasarkan Gambar 3 dapat terlihat bahwa pada indikator keempat (siswa mampu memprediksi perilaku sistem akibat interaksi dari dalam maupun luar sistem), dilihat dari hasil *posttest* kedua kelas skor presentase yang lebih tinggi dimiliki kelas eksperimen dibandingkan dengan kelas kontrol. Presentase 77% untuk kelas eksperimen, dan 54% kelas kontrol. Hasil tersebut didapatkan setelah siswa mendapatkan *treatment* berupa pembelajaran dengan model *inquiry*. Model *inquiry* memiliki sintaks yang mampu memfasilitasi indikator yang keempat dengan tahapan *hypotetical inquiry* yang pada kegiatannya siswa memprediksi perilaku yang muncul dari sistem melalui pemodelan yang sebelumnya telah dirancang, serta mampu menerapkan pola baru berdasarkan hasil dari prediksi. Perilaku atau interaksi yang terjadi di dalam maupun luar sistem iklim berdasarkan pengetahuan yang sudah didapatkan dapat berupa penambahan rancangan baru untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dari sebelumnya. Aini, (2015) menyatakan bahwa pemahaman konsep siswa akan jauh lebih mantap didapat jika memiliki kemampuan berhipotesis yang baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan model pembelajaran *Inquiry Based Learning (IBL) STEM* dengan *Flipped Classroom* dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem siswa pada topik perubahan iklim. Inovasi pembelajaran antara perubahan iklim dengan penelitian ini berdampak pada peningkatan kemampuan berpikir sistem pada semua indikator dengan kelompok eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan pembelajaran fisika dengan materi perubahan iklim menggunakan model *Inquiry Based Learning (IBL) STEM* dengan *Flipped Classroom* berpotensi untuk meningkatkan keinginan belajar siswa secara holistik dan mampu membangun iklim belajar yang baik.

Agar pembelajaran perubahan iklim lebih meningkatkan peran serta atau keterlibatan siswa jadi aktif, guru perlu menyediakan *platform* pembelajaran *online* yang menarik sehingga dapat lebih meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Produk yang dihasilkan masih belum sempurna sehingga untuk peneliti selanjutnya agar dapat menambah variabel pada pembuatan produk dengan menambahkan variasi sudut atau jumlah panel surya yang digunakan. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada saat uji coba produk tepatnya cuaca kurang mendukung, sehingga untuk penelitian selanjutnya disarankan memiliki alternatif terbaik agar uji coba produk tetap berjalan dengan lancar, disamping itu sampel yang kecil belum bisa menjadi landasan bagi kesimpulan yang lebih umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, A., Nurulsari, N., Maulina, H., & Ariyani, F. (2019). Design and Validation of Inquiry-based STEM Learning Strategy as a Powerful Alternative Solution to Facilitate Gift Students Facing 21st Century Challenging. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(1), 33–56. <https://doi.org/10.17478/jegys.513308>
- Abdurrahman, Ariyani, F., Achmad, A., & Nurulsari, N. (2019). Designing an Inquiry-based STEM Learning strategy as a Powerful Alternative Solution to Enhance Students' 21st -century Skills: A Preliminary Research. *Journal of Physics: Conference Series*, 1155, 012087. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012087>
- Aini, S. Nur. (2015). *Pengembangan Instrumen Asesmen Kinerja Siswa SMA Kelas X untuk Mengukur Keterampilan Berhipotesis*. Universitas Negeri Malang.
- Asmuniv. (2015, May 15). *Pendekatan Terpadu Pendidikan STEM Upaya Mempersiapkan Sumber Daya Manusia Indonesia Yang Memiliki Pengetahuan Interdisipliner Dalam Menyosong Kebutuhan Bidang Karir Pekerjaan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA)*.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). *STEM Project Based Learning: an Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Rotterdam: Sense Publisher.
- Clark, S., Petersen, J. E., Frantz, C. M., Roose, D., Ginn, J., & Rosenberg Daneri, D. (2017). Teaching systems thinking to 4th and 5th graders using Environmental Dashboard display technology. *PLOS ONE*, 12(4), e0176322. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176322>
- Evagorou, M., Korfiatis, K., Nicolaou, C., & Constantinou, C. (2009). An Investigation of the Potential of Interactive Simulations for Developing System Thinking Skills in Elementary School: A case study with fifth-graders and sixth-graders. *International Journal of Science Education*, 31(5), 655–674. <https://doi.org/10.1080/09500690701749313>
- Fitri, F., Herman, H., & Haris, A. (2020). Analisis Kemampuan Memprediksi Dalam Pembelajaran Fisika Peserta Didik Kelas XII MIA SMA Negeri 9 Makassar. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 16(2), 100. <https://doi.org/10.35580/jspf.v16i2.15987>
- Hafizah, S. (2020). Penggunaan Dan Pengembangan Video Dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 225. <https://doi.org/10.24127/jpf.v8i2.2656>
- Iskandar, E. (2016). Penggunaan Multimedia Laboratorium Virtual Fisika Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA N 4 Lahat. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 3(1), 61–65.
- Meilinda, Rustaman, N. Y., Firman, H., & Tjasyono, B. (2018). Development and validation of climate change system thinking instrument (CCSTI) for measuring system thinking on climate change content. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013, 012046. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012046>
- Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible “hidden variable” in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259–1268. <https://doi.org/10.1119/1.1514215>
- Nattawut P., & Somkiat T. (2021). Using Digital Storytelling To Enhance Thai Student Analytical Thinking And Learning Achievement By Use Of A Flipped Classroom Environment Model And Inquiry-Based Learning (IBL). *PalArchs' Journal of Archeology of Egypt/Egyptologi (PJAEE)*, 18(4), 1829–1843.
- Nuraeni, R., Setiono, & Himatul, A. (2020). Profil Kemampuan Berpikir Sistem Siswa Kelas XI SMA pada Materi Sistem Pernapasan. *Pedagogi Hayati*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.31629/ph.v4i1.2123>

- Rahayu, S., Abdurrahman, A., & Susana, W. (2022). Implementasi PBL Terintegrasi STEM dengan Flipped Classroom untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem Siswa SMA pada Topik Usaha dan Energi. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(2), 233–250. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v13i2.12518>
- Saputri, A. Y., Abdurrahman, A., & Suyatna, A. (2020). Implementasi Pendekatan Stem Berbasis Inquiry Based Learning Terhadap Hasil Belajar Dan Kecemasan Kognitif Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 7(2), 118–128. <https://doi.org/10.36706/jipf.v7i2.11593>
- Sartika, D. (2019). PENTINGNYA PENDIDIKAN BERBASIS STEM DALAM KURIKULUM 2013. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan)*, 3(3). <https://doi.org/10.58258/jisip.v3i3.797>
- Tarisalia, F., Irawan, I., & Fis, T. (2020). Studi Pustaka Miskonsepsi Siswa dalam Konsep Gerak Lurus, Gerak Parabola, dan Gerak Melingkar. *Jurnal Kependidikan Betara*, 1(4), 208–217.
- Waer, W. P., & Mawardi, M. (2021). Integrasi Model Inkuiri Terbimbing Dan Pendekatan Flipped Classroom Pada Pembelajaran Materi Sifat Koligatif Larutan Untuk Siswa Kelas XII SMA/MA. *EDUKATIF : JURNAL ILMU PENDIDIKAN*, 3(3), 1029–1037. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i3.498>
- York, S., Lavi, R., Dori, Y. J., & Orgill, M. (2019). Applications of Systems Thinking in STEM Education. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2742–2751. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00261>