

BAB I

AKTIVITAS PEMBELAJARAN RBL DENGAN PENDEKATAN STEAM: PEMANFAATAN ALAT PERAGA MINIATUR PLANET DARI BARANG BEKAS DALAM SISTEM TATA SURYA BERBANTUAN AUGMENTED REALITY (AR) UNTUK MENINGKATKAN LITERASI PERUBAHAN IKLIM PESERTA DIDIK

Sriyati^{1*}, I H Agustin^{2,3}, E Y Kurniawati³, R Nisviasari³, I L Mursyidah³, R I Baihaki³

¹SMP Negeri 2 Panarukan, Situbondo, Indonesia

²Department of Mathematics, Universitas Jember, Indonesia

³PUI-PT Combinatorics and Graph, CGANT-Universitas Jember, Indonesia

*corresponding author: sriyati615@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim adalah salah satu isu global yang semakin mendapatkan perhatian di era modern ini. Dampak perubahan iklim dapat dirasakan di seluruh dunia, termasuk perubahan suhu lingkungan yang berdampak pada kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan. Untuk menghadapi tantangan ini, penting bagi peserta didik sebagai generasi muda untuk memiliki pemahaman yang baik tentang perubahan iklim dan bagaimana mereka dapat berkontribusi dalam upaya mitigasi dan adaptasi.

Terdapat enam indikator utama literasi perubahan iklim, yaitu: (1) pemahaman dasar perubahan iklim, (2) pemahaman penyebab perubahan iklim, (3) pemahaman solusi mengatasi perubahan iklim, (4) kemampuan berkomunikasi terkait perubahan iklim, (5) kemampuan melakukan penelitian terkait perubahan iklim, serta (6) menyadari dampak perubahan iklim. Keempat domain ini harus dimiliki peserta didik agar dapat memecahkan permasalahan matematika pada kehidupan sehari-hari.

Pendidikan menjadi salah satu alat yang efektif untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa. Namun, pendekatan konvensional dalam pembelajaran sering kali kurang menarik dan tidak memadai untuk membangun pemahaman yang mendalam pada siswa. Oleh karena itu, pendekatan inovatif dalam pembelajaran diperlukan untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa.

Pendekatan STEAM lebih dari sekedar integrasi sains, teknologi, teknik, dan matematika, namun merupakan interdisipliner dan terapan ilmu yang menggabungkan antara dunia nyata dan pemecahan masalah. Sebagai sebuah tren yang sedang digalakkan dalam dunia pendidikan, STEAM menjadi satu pendekatan dalam mengatasi permasalahan di dunia nyata dengan menuntut pola pikir peserta didik layaknya insinyur dan ilmuwan berpikir. Melalui STEAM, Peserta didik dituntun menjadi pemecah masalah, penemu, motivator, membangun kemandirian, berpikir logis, melek teknologi, dan mampu menghubungkan pendidikan STEAM dan dunia kerja. Pendidikan STEAM menerapkan pembelajaran berbasis pemecahan masalah yang menempatkan penyelidikan ilmiah dan penerapan matematika dalam konteks merancang teknologi sebagai bentuk pemecahan masalah. Penyelidikan ilmiah jarang terjadi dalam pendidikan teknologi dan kegiatan mendesain teknologi jarang terjadi di dalam kelas sains. Tetapi dalam kehidupan sehari-hari, desain dan penyelidikan ilmiah secara rutin diaplikasikan secara bersamaan sebagai teknis solusi untuk masalah dunia nyata.

Dalam penelitian ini, kami mengusulkan pendekatan pembelajaran berbasis riset (*Research-Based Learning*) dengan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) yang melibatkan aktivitas pembelajaran RBL (*Research-Based Learning*) untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa. RBL merupakan metode pembelajaran yang berfokus pada pengalaman langsung di dunia nyata, di mana siswa akan terlibat dalam aktivitas nyata dan membuat koneksi antara materi pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari [3,4,9,14].

Salah satu alat peraga yang digunakan dalam pendekatan ini adalah miniatur planet dalam sistem tata surya. Miniatur planet digunakan untuk mengilustrasikan hubungan antara planet-planet dalam sistem tata surya. Pada sebuah jurnal penelitian tentang alat peraga Kiara Payung merupakan sistem media berbentuk pohon yang dibentuk dari beberapa komponen yang dapat mengkonkritkan sistem tata surya dan reaksi yang terjadi di dalamnya. Penggunaan Alat Peraga Kiara Payung dapat meningkatkan hasil belajar IPA pada pokok bahasan sistem tata surya. Hal iniditunjukkan dengan jumlah siswa yang mencapai kriteria ketuntasan minimum pada evaluasi pertama sebesar

76,3 % menjadi 91,2 % pada evaluasi kedua [13]. Penelitian yang lain, upaya meningkatkan hasil belajar ipa pada materi sistem tata surya melalui alat peraga planetarium Berdasarkan hasil penelitian dan tindakan dapat disimpulkan bahwa penggunaan alat peraga planetarium dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Terjadi peningkatan ketuntasan hasil belajar siswa dari kondisi awal sampai siklus II. Dari kondisi awal ketuntasan belajar hanya 38,46%, meningkat menjadi 61,54% [6]. Masalah-masalah lingkungan yang terjadi merupakan cerminan dari minimnya kesadaran lingkungan yang dimiliki oleh masyarakat Indonesia. Menurut artikel dari Breakthrough National Centre for Climate Restoration (2019) yang dimuat pada situs National Geographic, peradaban manusia diperkirakan akan berakhir pada tahun 2050 jika kita tidak melakukan pencegahan mengenai perubahan iklim [12]. Maka dari itu, penting bagi kita masyarakat Indonesia untuk menyadari pentingnya lingkungan. Hal mengenai kesadaran lingkungan dan perubahan iklim dapat kita pelajari dari komunikasi lingkungan. Sehingga, diperlukannya komunikasi lingkungan yang baik sebagai bentuk edukasi untuk masyarakat. Komunikasi lingkungan sendiri bisa disampaikan melalui berbagai macam bentuk media, salah satunya melalui media film. Pesan komunikasi yang disampaikan melalui film ini efektif disampaikan kepada penontonnya. Dengan menggunakan banyak unsur komunikasi audio-visual, verbal dan non-verbal, film ini dapat membuat sebuah cerita secara keseluruhan dengan padu sehingga menghasilkan pesan-pesan efektif yang dapat diterima oleh penontonnya [10].

Pada makalah ini, dengan bantuan teknologi *Augmented Reality* (AR), siswa akan dapat mengamati secara interaktif karakteristik planet-planet dalam tata surya. Dengan menggunakan teknik *paper mache* diharapkan alat peraga sistem tata surya ini lebih ramah lingkungan karena menggunakan barang-barang bekas yang ada di lingkungan sekolah atau rumah. Sebagai salah satu alternatif media pembelajaran, miniatur tata surya ini nantinya akan menggunakan bahan utama yaitu kertas. Seperti yang kita tahu bahwasannya kertas merupakan salah satu limbah yang paling banyak dihasilkan oleh manusia, baik yang dihasilkan oleh rumah tangga maupun sekolah dan perkantoran. Limbah kertas menjadi salah satu masalah yang serius bagi bumi ini. Pada umumnya kertas berbahan dasar dari alam dan biasanya diambil dari pepohonan. Maka semakin kita

banyak mempergunakan kertas maka semakin cepat pula bumi ini penuh dengan kerusakan karena keseimbangan alamnya terganggu oleh pemenuhan kebutuhan kertas yang tiap hari persentase penggunaannya semakin meningkat. Maka dengan mendaur ulang limbah kertas secara tidak langsung kita membantu menjaga keseimbangan alam dan mencegah pemanasan global yang saat ini tengah memerlukan perhatian yang lebih mengingat dampaknya yang kian dapat dirasakan. Mendaur ulang kertas bisa membantu pemerintah untuk penanggulangan sampah, terutama limbah kertas. Mengolah kembali kertas bekas berarti kita menghemat pohon, minyak, energi, listrik, dan air. Faktanya bila kita menghemat 1 ton kertas atau mengolah limbah kertas sebanyak jumlah yang sama maka kita menghemat 13 batang pohon, 400 liter minyak, 4100 Kwh listrik dan 31.780 liter air, Dengan demikian dibalik limbah yang tampak tidak berguna, tersimpan keuntungan apabila kita kelola dengan baik, akan menimbulkan bahaya yang besar apabila kita tidak mengelolanya dengan baik [7].

Pemanfaatan AR dalam pembelajaran memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif bagi siswa. Siswa dapat menggali lebih dalam tentang perubahan iklim dan dampaknya melalui simulasi yang realistis dan keterlibatan aktif dalam pembelajaran. Melalui pendekatan ini, diharapkan siswa akan meningkatkan pemahaman mereka tentang perubahan iklim, hubungan antara sistem tata surya, serta peran mereka dalam mengatasi tantangan perubahan iklim. Dengan majunya teknologi yang semakin canggih, bidang pendidikan juga memerlukan hasil perkembangan tersebut. Misalnya *Virtual Reality* selain untuk hiburan, tampilan video dan audio secara virtual yang juga bisa digunakan sebagai media pembelajaran. Dengan menggunakan *Virtual Reality*, dapat membuat peserta didik lebih cepat mengingat, memahami dan fokus terhadap materi [11].

Augmented Reality (AR), yaitu penggabungan antara dunia nyata dan dunia maya, di mana objek virtual overlayed pada dunia nyata. Dari segi teknis, teknologi augmented reality merupakan teknologi transformatif, dimana sistem interaksi melingkupi keseluruhan lingkungan di luar tampilan layar. Dari segi strategis, pemanfaatan alat peraga berbasis teknologi *augmented reality* sangat bermanfaat dalam meningkatkan proses belajar mengajar karena teknologi

augmented reality memiliki aspek-aspek hiburan yang dapat menggugah minat peserta didik untuk memahami secara kongkret mengenai pengetahuan umum tentang materi pelajaran melalui representasi visual 3D dengan melibatkan interaksi *user* dalam *frame augmented reality* [15].

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa melalui pendekatan pembelajaran RBL dengan pendekatan STEAM dan pemanfaatan alat peraga miniatur planet dalam sistem tata surya berbantuan AR. Melalui pendekatan ini, diharapkan siswa akan memiliki pemahaman yang lebih baik tentang perubahan iklim dan menjadi agen perubahan yang peduli terhadap lingkungan. Salah satu langkah yang bisa dilakukan untuk mengurangi dampak perubahan iklim adalah melalui penyebaran kesadaran dan penguatan literasi perubahan iklim. Bahkan edukasi mengenai hal tersebut adalah salah satu agenda yang sangat penting untuk dilakukan [2]. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini ditujukan kepada kalangan remaja karena mereka adalah kelompok yang sangat potensial untuk berperan sebagai agen perubahan untuk mengurangi dampak perubahan iklim. Apalagi remaja sebagai bagian dari generasi muda memiliki peran signifikan dan strategis bagi masa depan sebuah bangsa [1].

Dalam makalah ini, kami akan membahas metodologi yang digunakan dalam penelitian, menjelaskan tentang alat peraga miniatur planet dan penggunaan AR, serta menganalisis dampak dari pendekatan pembelajaran ini terhadap literasi perubahan iklim siswa. Selain itu, kami juga akan membahas implikasi penelitian ini dalam konteks pendidikan dan upaya untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman tentang perubahan iklim di kalangan siswa.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah metode kualitatif naratif. Penelitian ini dimulai dari mengumpulkan beberapa literatur untuk direview terkait RBL dan STEAM. Termasuk juga eksplorasi terkait dengan problematika STEAM. Kemudian dikembangkanlah kerangka sintaksis integrasi RBL-STEAM dalam menyelesaikan problematika STEAM tersebut. Selanjutnya akan disajikan pula capaian pembelajaran dan tujuannya, dan kemudian termasuk pengembangan indikator

dan sub-indikator terkait dengan literasi perubahan iklim. Kemudian penelitian dilanjutkan dengan menguraikan peran lima elemen STEAM dalam menyelesaikan problematika di atas. Baru kemudian terakhir adalah mendeskripsikan setiap tahapan RBL lengkap dengan aktivitas pembelajaran, dan yang paling terakhir adalah melengkapi indikator dan sub-indikator dari literasi perubahan iklim termasuk di dalamnya adalah menunjukkan instrumen penilaiannya.

3. HASIL PENELITIAN

3.1. *Sintaksis Pembelajaran Berbasis Penelitian dengan Pendekatan STEAM*

Berikut ini akan disajikan sintaksis untuk mengintegrasikan model pembelajaran RBL dengan pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art dan Mathematics) dalam meningkatkan literasi perubahan iklim siswa dalam pemanfaatan alat peraga miniatur planet dalam sistem tata surya berbantuan augmented reality (AR). Pendekatan STEAM dengan dukungan keempat unsurnya akan membiasakan peserta didik mempelajari suatu topik secara utuh dari berbagai sudut pandang. Kerangka kerja dalam penelitian ini dikembangkan berdasarkan sintaks dalam [1,7,8]. Pada tahap awal sintaks RBL peserta didik diminta untuk memahami masalah yang diajukan kemudian peserta didik didorong untuk mengembangkan strategi pemecahan masalah, peserta didik mengumpulkan informasi dan menemukan beberapa literatur. Berikut permasalahan yang disajikan tentang proses pemanfaatan alat peraga miniatur planet dalam sistem tata surya berbantuan augmented reality (AR).

Berikut ini akan disajikan kerangka kerja untuk mengintegrasikan model Research-Based Learning dengan pendekatan STEAM dalam meningkatkan literasi perubahan iklim peserta didik dengan pemanfaatan alat peraga berbantuan augmented reality (AR). Kerangka kerja ini dikembangkan berdasarkan sintaks yang diusulkan dalam [1,5,8]. Pada tahap awal sintaks model Research-Based Learning menimbulkan masalah yang timbul dari kelompok penelitian masalah terbuka. Peneliti mempertimbangkan masalah penggunaan alat peraga sistem tata surya dari barang bekas berbantuan augmented reality (AR) seperti terdapat pada Gambar 1.

Penggunaan alat peraga dari barang bekas untuk membuat miniatur planet dalam sistem tata surya berbantuan AR memiliki urgensi penelitian yang sangat tinggi karena berkontribusi pada solusi yang lebih efektif dalam pembelajaran tentang sistem tata surya. Beberapa urgensi tersebut diantaranya adalah: meningkatkan pemahaman siswa tentang tata surya, pemanfaatan barang bekas sehingga mengurangi sampah di lingkungan, serta inovasi dan pengembangan teknologi. Melalui penelitian ini, dapat dikembangkan solusi yang memanfaatkan barang bekas sebagai miniatur planet dalam sistem tata surya untuk meningkatkan pemahaman siswa.



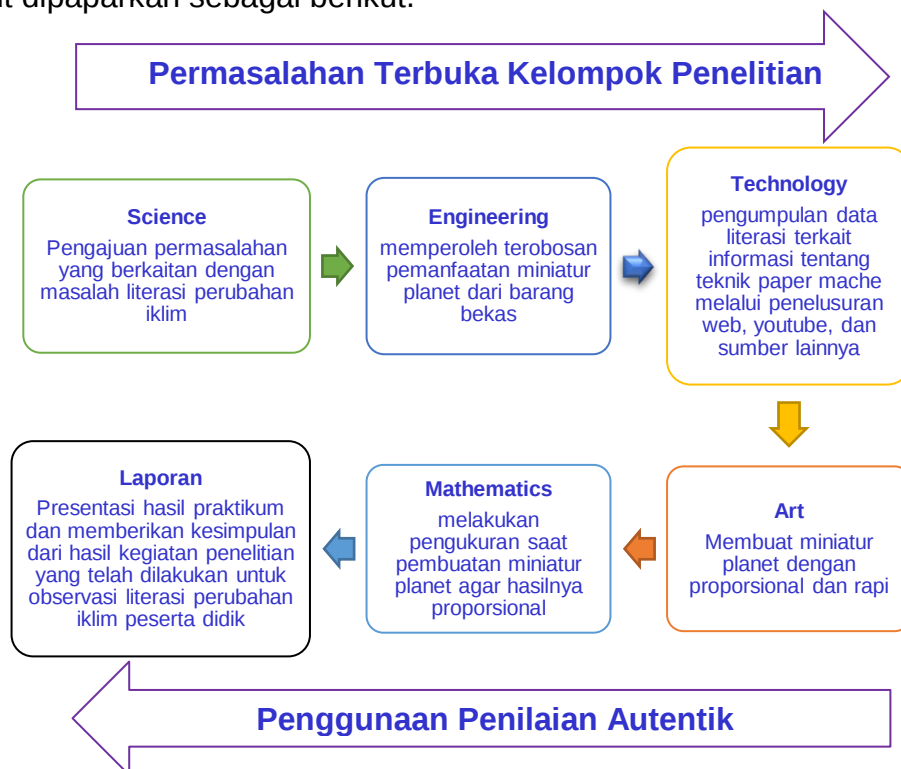
Gambar 1. Unsur-unsur STEAM pada permasalahan pemanfaatan alat peraga miniatur planet dari barang bekas dalam sistem tata surya berbantuan *augmented reality* (AR).

Model RBL integrasi STEAM dalam penelitian ini tersusun dalam beberapa langkah. Langkah pertama adalah permasalahan mendasar yang berkaitan dengan pemanfaatan miniatur planet dari barang bekas. Langkah kedua adalah pengumpulan data yang dibutuhkan dengan bantuan teknologi informasi komunikasi. Langkah berikutnya adalah konfirmasi dalam pembelajaran di kelas tentang aspek-aspek yang dibutuhkan peserta didik dalam proses penelitian. Langkah keempat adalah melaksanakan pemanfaatan barang bekas untuk membuat miniatur planet. Langkah kelima adalah pengujian produk hasil penelitian. Langkah terakhir adalah laporan RBL memuat pelaporan hasil penelitian dan metaliterasi yang telah dilakukan oleh peserta didik. Secara lebih sistematis, kerangka kerja integrasi RBL-STEAM tersaji pada Gambar 2 berikut. Secara detail *framework* integrasi *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEAM ini dapat dilihat pada Gambar 2.

3.1.1. *Capaian dan Tujuan Pembelajaran*

Capaian pembelajaran yang dicapai yaitu peserta didik dapat membuat miniatur planet dari barang bekas dalam sistem tata surya berbantuan augmented reality (AR) untuk mewujudkan literasi perubahan iklim. Tujuan pembelajaran yang dihasilkan *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEAM akan

memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan di bidang sains, teknologi, teknik, *art* dan matematika. Tujuan-tujuan tersebut dipaparkan sebagai berikut.



Gambar 2. Framework sintaks *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEAM.

a. *Science*

- Memahami prinsip-prinsip ilmiah yang terlibat dalam pembuatan miniatur planet, seperti pengetahuan tentang planet, sistem tata surya, gravitasi, atmosfer, dan fenomena alam lainnya.
- Siswa memahami prinsip-prinsip ilmiah yang mendasari pembuatan dan fungsi miniatur planet.

b. *Technology*

- Siswa dapat mengembangkan keterampilan dengan memperkenalkan pada berbagai alat dan teknik yang terkait dengan pembuatan miniatur planet, terutama dari barang bekas.
- Siswa juga dapat mempelajari bagaimana teknologi berperan dalam mempelajari dan memvisualisasikan fenomena alam.

c. *Engineering*

Siswa dapat mengembangkan keterampilan melalui pemikiran desain, perencanaan, dan pemecahan masalah dalam membuat miniatur planet yang kreatif dan berfungsi dengan teknik *paper mache*.

d. *Art*

- Siswa dapat menggabungkan elemen seni dalam pembuatan miniatur planet, seperti penggunaan warna, tekstur, dan estetika yang menarik untuk menciptakan model planet yang menarik secara visual dari barang bekas dengan teknik *paper mache*.
- Siswa dapat mengembangkan kreativitas mereka dalam menggambarkan detail-detail planet yang menarik dan unik.

e. *Mathematics*

- Siswa dapat memahami konsep terkait dengan pembuatan miniatur planet, seperti pengukuran, skala, perhitungan volume, dan luas permukaan.
- Siswa akan menggunakan keterampilan matematika mereka untuk mengukur dan merencanakan dimensi dan proporsi planet yang sesuai.

3.1.2. ***Penggunaan Miniatur Planet dari Barang Bekas pada Sistem Tata Surya untuk Meningkatkan Literasi Perubahan Iklim Peserta Didik***

1. Masalah Unsur Sains

Planet adalah anggota utama tata surya. Semua planet bergerak, Gerakannya ada yang disebut revolusi dan ada yang disebut rotasi. Gerak revolusi adalah gerakan planet memutar matahari, sedangkan gerak rotasi adalah gerakan planet yang berputar pada sumbunya. Setiap planet mempunyai waktu bergerak dengan periode tertentu.



Gambar 3. Planet dalam tata surya.

2. Masalah Unsur Teknologi

Melalui beberapa sumber di youtube untuk mencari informasi tentang teknik mache. Serta teknik aplikasi augmented reality (AR). Kita akan memecahkan masalah dan melibatkan siswa untuk menyelesaikannya. Adapun sumber informasi web yang dijadikan sebagai sumber literasi adalah:

1. <https://www.siasati.com/apa-itu-paper-mache-berikut-kegunaan-dan-cara-menggunakannya/>
2. <https://id.wikihow.com/Membuat-Papier-M%C3%A2ch%C3%A9>
3. <https://wirahadie.com/cara-membuat-miniatur-planet-dengan-kertas-bekas-paper-mache/>
4. <https://www.youtube.com/watch?v=byNk16WR3Pw&t=2s>
5. <https://www.youtube.com/watch?v=zQgZVkdncbY>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=zEtA3Htn2LI>

3. Masalah Unsur Teknik

Paper mache adalah teknik membuat karya seni dengan menggunakan kertas, dengan membuatkan polanya terlebih dahulu sesuai keinginan. Misalnya jika membuat miniatur planet hanya menggunakan balon sebagai kerangkanya.

Alat dan bahan :

1. Kertas HVS bekas pakai
2. Kardus bekas bungkus makanan ringan
3. Lem kayu / lem fox
4. Air secukupnya
5. Balon
6. Cat air untuk mewarnai, lengkap dengan kuas dan wadah tempat meletakkan cat sebelum dicampur.



Gambar 4. Alat dan bahan miniatur planet.

Langkah kerja:

1. Menyiapkan kardus bekas, kemudian di cat warna hitam dan dijemur sampai kering;
2. menyiapkan kertas bekas;
3. merobek kertas berbentuk memanjang, menggunakan tangan secara manual, jangan menggunakan gunting. tujuannya agar sobekan kertas tidak beraturan dan ada serabut bekas sobekan di setiap sobekan, ini yang memperkuat daya rekat kertas saat pengeleman;
4. mencampurkan lem fox dengan air secukupnya;

5. meniup balon sesuai bentuk bola planet yang akan dibuat, jangan lupa diikat agar tidak mengempes saat pembuatan;
6. celupkan permukaan kertas ke dalam campuran air dengan lem;
7. menempelkan di permukaan balon satu per satu hingga merata;
8. menyusun dengan teratur agar bola planet yang dibuat terlihat rapi dan menarik;
9. dalam menempel kertas yang perlu diperhatikan adalah, bagaimana menempel kertas agar setiap permukaan tertutupi secara merata;
10. menyusun kertas secara menyilang, misalnya lapisan pertama disusun horizontal, untuk susunan yang kedua disusun sebaliknya, yaitu secara vertikal, begitu selanjutnya. tujuannya agar daya rekat kertas semakin bagus dan erat;
11. menempel kertas hingga tertutup rata dan terasa lapisannya menebal, minimal 5 lapisan atau lebih agar lebih kuat dan awet;
12. jika semuanya sudah tertutupi, jemurlah di bawah sinar matahari hingga kering;
13. kalau sudah kering, lanjutkan ke pengecatan dengan cat air;
14. sebelum melakukan pengecatan, lukislah terlebih dahulu pola yang akan digambar, misalnya anda mau membuat bumi, buatlah pulau-pulau dan benua secara detail agar terlihat realistis.



Gambar 5. Pemanfaatan kardus bekas sebagai alas miniatur planet.



Gambar 6. Meniup balon untuk model planet.



Gambar 7. Penyobekan kertas



Gambar 8. Proses pembuatan perekat

bekas untuk teknik *paper mache* pembuatan miniatur planet.



kertas dengan perbandingan lem fox dan air adalah 1:3.



Gambar 9. Proses pencelupan dan pengeleman kertas di permukaan balon.

4. Masalah Unsur Art

Agar alat peraga miniatur planet terlihat rapi dan estetik, perlu diberikan pewarnaan secara proporsional sesuai dengan gambar planet yang ada digambar literatur.

5. Unsur Matematika

Menghitung jarak antar planet saat dipasang di kardus agar tampak proporsional jaraknya. Membuat komposisi lem fox dan air dengan benar agar diperoleh lem yang kuat saat menempel di balon. Adapun perbandingannya adalah 1:2 atau 1:3. Misalnya lemnya 1 gelas airnya 2 atau 3 gelas (jika menggunakan gelas sebagai alat takaran).



Gambar 8. Proses pewarnaan miniatur planet.

3.1.3. ***Pembelajaran Berbasis Penelitian dengan Pendekatan STEAM dalam Pemanfaatan Alat Peraga Miniatur Planet dari Barang Bekas pada Sistem Tata Surya dengan Berbantuan AR untuk Meningkatkan Literasi Perubahan Iklim Peserta Didik***

Pada bagian ini akan dibahas satu per satu dari enam tahapan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEAM. Keenam tahapan ini akan menggambarkan bagaimana peserta didik dalam melakukan pembelajaran *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEAM tentang pemanfaatan alat

peraga miniatur planet dari barang bekas pada sistem tata surya dengan berbantuan AR untuk meningkatkan literasi perubahan iklim peserta didik.

1. Tahap pertama (*science*) mengajukan permasalahan mendasar terkait dengan pemanfaatan miniatur planet dari barang bekas. Hal tersebut harus dirancang secara efektif untuk meningkatkan pemahaman peserta didik dalam pembelajaran. Peneliti akan meminta peserta didik untuk berpikir tentang pemanfaatan alat peraga miniatur planet dari barang bekas. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kegiatan pembelajaran RBL-STEAM tahap satu pada masalah pemanfaatan alat peraga miniatur planet dari barang bekas.

Tahap Satu	Kegiatan Pembelajaran
SCIENCE Mengajukan masalah terkait pemanfaatan alat peraga miniatur planet dari barang bekas dalam sistem tata surya berbantuan augmented reality.	1. Guru menanyakan pengetahuan awal tentang nama-nama planet. 2. Guru memancing rasa perduli peserta didik dengan pertanyaan pemantik tentang kondisi bumi terkait pemanasan global, kemudian diarahkan pada masalah sampah dan upaya menguranginya.

2. Kegiatan pembelajaran model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEAM pada tahap kedua (*technology*) adalah menggunakan perangkat lunak atau pemanfaatan teknologi dalam pengumpulan data. Guru meminta peserta didik untuk pengumpulan data literasi menggunakan internet untuk mencari informasi terkait pemanfaatan alat peraga miniatur planet dari barang bekas. Untuk lebih jelasnya, lihat Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kegiatan pembelajaran RBL-STEAM tahap dua pada masalah pemanfaatan alat peraga miniatur planet dari barang bekas pada sistem tata surya.

Tahap Dua	Kegiatan Pembelajaran
TECHNOLOGY Pengumpulan data literasi terkait informasi tentang teknik paper mache melalui penelusuran web, youtube, dan sumber lainnya.	1. Peserta didik dibawah bimbingan guru, mencari informasi di internet tentang pemanfaatan barang bekas untuk membuat alat peraga miniatur planet. 2. Peserta didik dapat menggunakan google scholar untuk menemukan informasi yang terkait dengan konsep susunan planet di tata surya. 3. Mengumpulkan data terkait dengan

Tahap Dua	Kegiatan Pembelajaran
	teknik <i>paper mache</i> .

3. Kegiatan pembelajaran model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEAM pada tahap ketiga (*engineering*) yaitu mengembangkan terobosan terkait pemanfaatan alat peraga miniatur planet dari barang bekas pada sistem tata surya untuk meningkatkan literasi perubahan iklim peserta didik [1]. Lihat Tabel 3 untuk detailnya yaitu sebagai berikut.

Tabel 3. Kegiatan pembelajaran RBL-STEAM tahap tiga pada masalah pemanfaatan alat peraga miniatur planet dari barang bekas.

Tahap Tiga	Kegiatan Pembelajaran
ENGINEERING memperoleh terobosan pemanfaatan alat peraga miniatur planet dari barang bekas.	1. Guru menjelaskan langkah-langkah pembuatan alat peraga miniatur planet dari barang bekas dengan teknik <i>paper mache</i>. 2. Guru membimbing peserta didik tentang cara-cara membuat planet dengan teknik <i>paper mache</i>. 3. Peserta didik secara berkelompok melakukan langkah-langkah pembuatan miniatur planet dari barang bekas dengan teknik <i>paper mache</i>.

4. Kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEAM pada tahap keempat (*art*) yaitu membuat alat peraga miniatur planet dari barang bekas yang rapi dan efisien. Untuk lebih jelasnya lihat Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Kegiatan pembelajaran RBL-STEAM tahap empat pada masalah pemanfaatan alat peraga miniatur planet pada sistem tata surya.

Tahap Empat	Kegiatan Pembelajaran
ART Membuat miniatur planet dengan proporsional dan rapi.	1. Peserta didik membuat alat peraga miniatur planet dari balon kertas bekas sesuai dengan ukuran planetnya. 2. Peserta didik mewarnai miniatur planet dengan cat air sesuai dengan contoh warna planet yang ada di literatur.

5. Kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEAM pada tahap kelima (*mathematics*) yaitu melakukan analisis dan generalisasi data yang diperoleh dari *smart sensor*. Untuk lebih jelasnya lihat Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Kegiatan pembelajaran RBL-STEAM tahap lima pada masalah pemanfaatan alat peraga miniatur planet pada sistem tata surya.

Tahap Lima	Kegiatan Pembelajaran
(MATHEMATICS) melakukan pengukuran saat pembuatan miniatur planet agar hasilnya proporsional	1. Peserta didik meniup balon sesuai dengan ukuran planetnya. 2. Peserta didik membuat gambar lintasan planet dengan ukuran yang sama agar kelihatan rapi. 3. Peserta didik membuat campuran lem fox dan air dengan perbandingan yang tepat, yaitu 1:3.

6. Kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEAM pada tahap enam (laporan) yang dilakukan oleh peserta didik untuk menyampaikan dan menjelaskan tujuan dan kesimpulan dari kegiatan pembelajaran hasil penelitian terkait dengan pemanfaatan alat peraga miniatur planet pada sistem tata surya berbantuan augmented reality untuk meningkatkan literasi perubahan iklim. Dalam hal ini, peserta didik akan melakukan *Focus Group Discussion (FGD)*, sehingga peneliti dapat mengamati literasi perubahan iklim peserta didik. Untuk lebih jelasnya lihat Tabel 6 berikut..

Tabel 6. Kegiatan pembelajaran RBL-STEAM tahap enam pada masalah pemanfaatan alat peraga miniatur planet pada sistem tata surya.

Tahap Enam	Kegiatan Pembelajaran
REPORT Mempresentasikan hasil praktikum dan memberikan kesimpulan dari hasil kegiatan penelitian yang telah dilakukan untuk observasi literasi perubahan iklim peserta didik.	1. Peserta didik menyusun laporan hasil praktikum tentang pemanfaatan miniatur planet dari barang bekas. 2. Peserta didik mempresentasikan hasil laporannya di depan kelas. 3. Guru mengamati dan mengevaluasi jalannya diskusi peserta didik. 4. Guru melakukan observasi terhadap keterampilan literasi peserta didik dengan menggunakan lembar observasi.

3.1.4. Kerangka Instrumen Penilaian Literasi Perubahan Iklim

Berikut ini akan disajikan kerangka penilaian instrumen kemampuan literasi perubahan iklim peserta didik, seperti tersedia dalam Tabel 7.

Tabel 7. Kerangka instrumen penilaian literasi perubahan iklim.

INDIKATOR	SUB INDIKATOR	MATERI UJI
Pemahaman dasar	1. Memahami konsep dasar	1. Jelaskan definisi

INDIKATOR	SUB INDIKATOR	MATERI UJI
perubahan iklim	ilmu perubahan iklim. 2. Memahami definisi perubahan iklim. 3. Mengetahui faktor-faktor penyebab perubahan iklim. 4. Memahami dampak perubahan iklim pada lingkungan dan kehidupan manusia. 5. Mengetahui konsep dasar tentang pemanasan global dan efek rumah kaca.	perubahan iklim? 2. Sebutkan faktor-faktor penyebab perubahan iklim! 3. Sebutkan dampak yang kamu rasakan saat ini terkait perubahan iklim di lingkungan mu! 4. Apa yang kamu ketahui tentang pemanasan global?
Pemahaman penyebab perubahan iklim	1. Memahami aktivitas yang dapat menyebabkan perubahan iklim. 2. Memahami tentang gas rumah kaca. 3. Pemahaman tentang efek rumah kaca. 4. Memahami dampak penggunaan kendaraan bermotor terhadap perubahan iklim.	1. Sebutkan tindakan manusia yang dapat berdampak pada perubahan iklim! 2. Sebutkan gas yang dapat menyebabkan polusi udara! 3. Dampak apa yang ditimbulkan saat kamu naik kendaraan bermotor?
Pemahaman solusi mengatasi perubahan iklim	1. Menemukan solusi untuk mengatasi perubahan iklim. 2. Mengetahui tentang Sumber Energi Terbarukan. 3. Memahami tentang Efisiensi Energi	1. Apakah upaya mu untuk mengurangi pencemaran udara? 2. Sebutkan contoh energi terbarukan yang kamu ketahui? 3. Sebutkan upaya agar sumber daya alam kita tidak cepat habis!
Kemampuan berkomunikasi terkait perubahan iklim	1. Mengkomunikasikan dengan pihak lain terkait perubahan iklim. 2. Melakukan diskusi tentang cara mengurangi dampak perubahan iklim.	1. Bagaimana jika kamu melihat ada orang yang membuang sampah sembarangan? 2. Apa yang kamu lakukan jika ibu mu membakar sampah di rumah? 3. Apa yang bisa kamu lakukan dengan tas plastik/kresek yang ada di rumah mu?
Kemampuan melakukan penelitian terkait	1. Melakukan penelitian terkait perubahan iklim. 2. Melakukan penelitian	1. Buatlah makalah tentang pencemaran yang ada di sekitar lingkungan mu!

INDIKATOR	SUB INDIKATOR	MATERI UJI
perubahan iklim	terkait solusi mengatasi perubahan iklim.	2. Buatlah video pendek atau poster tentang pentingnya menjaga lingkungan.
Menyadari dampak perubahan iklim	1. Memahami dampak perubahan iklim. 2. Mengetahui perubahan suhu global dan efeknya terhadap ekosistem, seperti pencairan es kutub, perubahan pola hujan, dan peningkatan kekeringan. 3. Memahami dampak perubahan iklim terhadap keanekaragaman hayati dan spesies yang terancam punah. 4. Mengetahui konsekuensi perubahan iklim terhadap siklus air, perubahan tingkat air laut, dan bencana alam seperti banjir dan badai yang lebih ekstrem. 5. Kesadaran tentang Dampak Kesehatan. 6. Mengetahui dampak perubahan iklim terhadap kesehatan manusia, seperti penyebaran penyakit menular, kesehatan pernapasan, dan kesehatan mental. 7. Memahami konsekuensi perubahan iklim terhadap kualitas udara, air, dan pangan yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia. 8. Mengetahui risiko kesehatan yang lebih tinggi bagi kelompok rentan seperti anak-anak, orang tua, dan masyarakat dengan akses terbatas terhadap layanan kesehatan.	1. Apa yang seharusnya dilakukan oleh manusia agar suhu bumi tidak semakin meningkat? 2. Menurut mu, apa dampak jika es di kutub mencair akibat pemanasan global?

3.1.5. *Tindak Lanjut Pengembangan Perangkat Pembelajaran*

Untuk tahap pengembangan perangkat pembelajaran, akan digunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) yang dikembangkan oleh Raiser dan Mollenda. Model ini terdiri dari analisis, merancang, mengembangkan, implementasi dan evaluasi. Pertama: Tahap analisis yaitu menganalisis karakteristik siswa, materi dan proses pembelajaran, serta media pembelajaran yang akan digunakan. Kedua: Tahap perancangan adalah merancang integrasi model RBL ke dalam pendekatan STEAM. Pada tahap ini, bahan ajar yaitu silabus, RPP, LKPD, pre-test, post-test, dan instrumen penilaian lainnya, disiapkan oleh guru. Ketiga: Tahap pengembangan, yaitu uji coba bahan ajar dan instrumen untuk mengecek keabsahan bahan ajar serta kepraktisan. Hasil validasi berupa validitas isi, validitas format, validitas bahasa, dan tingkat kepraktisan. Keempat: Tahap implementasi untuk mengetahui keefektifan bahan ajar RBL-STEAM dalam meningkatkan literasi perubahan iklim peserta didik dalam pemanfaatan alat peraga miniatur planet pada sistem tata surya. Kelima: Tahap evaluasi merupakan kegiatan refleksi untuk menilai apakah penerapan materi pembelajaran model RBL dengan pendekatan STEAM dapat meningkatkan literasi perubahan iklim peserta didik dalam pemanfaatan alat peraga miniatur planet pada sistem tata surya berbantuan *augmented reality*.

4. PEMBAHASAN

Pengembangan kerangka kerja kegiatan pembelajaran RBL-STEAM dalam menyelesaikan masalah pemanfaatan alat peraga miniatur planet dari barang bekas pada sistem tata surya dengan berbantuan *augmented reality* untuk meningkatkan literasi perubahan iklim peserta didik sangat bermanfaat untuk dipelajari. Hasil ini menjadi pedoman dalam melakukan penelitian lanjutan. Setidaknya ada dua kegiatan praktikum lagi yang dapat dilakukan lebih lanjut, yaitu: (1) mengembangkan materi pembelajaran STEAM-RBL dengan model pengembangan ADDIE, (2) Menganalisis implementasi materi pembelajaran RBL-STEAM dalam meningkatkan literasi perubahan iklim peserta didik dalam menyelesaikan masalah pemanfaatan alat peraga miniatur planet dari barang bekas pada sistem tata surya berbantuan *augmented reality*. Kerangka kegiatan

pembelajaran kombinasi RBL-STEAM sangat efektif dalam mewujudkan literasi peserta didik apabila diterapkan dalam kelas pembelajaran.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wibisono, E. K. tentang implementasi aplikasi *Augmented Reality* sebagai alat peraga dalam pelajaran Fisika materi tata surya menyatakan bahwa alat peraga menggunakan sistem *Augmented Reality* lebih mudah dipahami dibandingkan alat peraga konvensional. Melalui alat peraga ini siswa seolah-olah dihadapkan pada objek yang dipelajari secara nyata sehingga proses belajar mengajar lebih menyenangkan bahkan alat peraga dengan sistem *Augmented Reality* dapat membantu peserta didik untuk memahami materi pelajaran dengan mudah [15]. Selain itu penelitian lain dilakukan oleh Sartika, Y. dkk, meneliti tentang aplikasi pembelajaran tata surya untuk IPA Kelas 6 Sekolah Dasar menggunakan *Augmented Reality* berbasis android juga menyatakan bahwa siswa dapat lebih mudah memahami materi pengenalan tata surya seperti memahami peredaran planet-planet dan memahami ciri-ciri anggota tata surya [16].

5. KESIMPULAN

Melalui proses pembelajaran telah menggambarkan bagaimana sintaksis RBL yang terintegrasi dengan pendekatan STEAM. Pemanfaatan alat peraga miniatur planet dari barang bekas pada sistem tata surya dengan berbantuan augmented reality untuk meningkatkan literasi perubahan iklim peserta didik yang berupa tahapan 1-6 dan kegiatan pembelajarannya. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dengan menggunakan barang bekas pada materi pembelajaran sistem tata surya untuk membuat miniatur planet, dapat meningkatkan pemahaman peserta didik, apalagi dengan menggunakan aplikasi augmented relality. Hasil utama adalah kerangka aktivitas pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEAM. Termasuk dalam hasil pembelajaran ini adalah mengembangkan kerangka instrumen tes terkait dengan literasi peserta didik. Dengan hasil pembelajaran ini, maka pada pembelajaran selanjutnya terkait pengembangan perangkat dan analsiis implementasi RBL-STEAM dapat dengan mudah dilakukan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan terimakasih kepada kelompok riset PUI-PT Kombinatorika dan Graf, CEREBEL serta UT Surabaya tahun 2023 atas dukungan dan bantuannya dalam penyelesaian makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agusniar, R. L. (2019). Penguatan Literasi Perubahan Iklim Di Kalangan Remaja. *Jurnal Abadimas Adi Buana*. 3(1), 40.
- [2] Leal Filho, W., Morgan, E. A., Godoy, E. S., Azeiteiro, U. M., Bacelar-Nicolau, P., Avila, L. V., & Hugé, J. (2018). Implementing climate change research at universities: Barriers, potential and actions. *Journal of cleaner production*, 170, 269-277.
- [3] Blackmore, P., & Fraser, M. (2007). Research Based Learning Strategies for Successfully Linking Teaching and Research. *Journal of Education*, 13(2), 1–13.
- [4] Dafik, Suciarto, B., Irvan, M., & Rohim, M. A. (2019). The analysis of student metacognition skill in solving rainbow connection problem under the implementation of research-based learning model. *International Journal of Instruction*, 12(4), 593–610.
- [5] Gita, R. S. D., Waluyo, J., Dafik, & Indrawati. (2021). On the shrimp skin chitosan STEM education research-based learning activities: Obtaining an alternative natural preservative for processed meat. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 747(1).
- [6] Healey, M., Jenkins, A., & Lea, J. 2014. *Developing research-based curricula in college-based higher education*. March, 1–10.
- [7] Intan, B. Sugiono. (2021). Miniatur Tata Surya dari Limbah Kertas Sebagai Inovasi Pendidikan Daring. *Tadris IPA IAIN Ponorogo Vol 1*, 486-497.
- [8] Khoiri, R. (2022). Hubungan Literasi Perubahan Iklim Aspek Science-Mathematics Dengan Perbedaan Gender.
- [9] Luthfia, A. R. (2019). Penguatan literasi perubahan iklim di kalangan remaja. *Jurnal Abadimas Adi Buana*, 3(1), 39-42.

- [10] Menik M. (2021). Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Ipa Pada Materi Sistem Tata Surya Melalui Alat Peraga Planetarium. *Jurnal praktik penelitian tindakan kelas pendidikan dasar dan menengah*.
- [11] Nurul, A. Nevrita. Okta, A. (2019). Pelatihan Pemanfaatan Media Pembelajaran BerbasisVirtual Reality untuk Guru-Guru IPA Kota Tanjung pinang. *Jurnal Anugerah*, 1(2). (72)
- [12] Sheila, N.Fajar, Dede, L.C. Kesadaran Lingkungan dalam Perubahan Iklim. (2021). *Journal Riset Manajemen Komunikasi*. Prodi Manajemen Komunikasi, Fakultas Ilmu Komunikasi, Universitas Islam Bandung,Indonesia.(84-92)
- [13] Slamet. (2019). Pembuatan Alat Peraga Kiara Payung dalam Pembelajaran Sistem Tata Surya. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* Vol.10 No.2.
- [14] Wahyuni, S. I., Dafik, & Farisi, M. I. (2020). The analysis of learning materials implementation based on research-based learning to improve the elementary school student's creative thinking skills in solving "polamatika" problems. *Journal of Physics: Conference Series*, 1563(1).
- [15] Wibisono, Endarmadi Kunto. (2011). Implementasi Aplikasi Augmented Reality Sebagai Alat Peraga Dalam Pelajaran Fisika Materi Tata Surya. *Skripsi thesis*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [16] Sartika, Y., Tambunan, T. D., & Telnoni, P. A. (2016). Aplikasi Pembelajaran Tata Surya untuk IPA Kelas 6 Sekolah Dasar Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android. *eProceedings of Applied Science*, 2(3).

TENTANG PENULIS PERTAMA



Penulis utama bernama Sriyati dan dilahirkan di Situbondo pada tanggal 9 November 1976. Pada tahun 1985-1990 Penulis menempuh pendidikan tingkat SD di SDN Kendit 1, Kemudian melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Kendit tahun 1990-1992, Pendidikan selanjutnya di SMAN 2 Situbondo yang ditempuh tahun 1992-1994. Sempat tertunda selama 1 tahun, kemudian penulis melanjutkan ke pendidikan S1, di FKIP Universitas Jember, Jurusan Pendidikan MIPA, Program Studi Pendidikan Biologi, mulai tahun 1995-2000. Penulis bekerja sebagai pengajar di SMPN 2 Panarukan, mulai tahun 2005 sampai sekarang. E-mail: sriyati615@gmail.com.