

BAB IV

KERANGKA AKTIVITAS PEMBELAJARAN BERBASIS RISET DENGAN PENDEKATAN STEM: PENERAPAN MATERI HIMPUNAN PASANGAN BERURUTAN DALAM MENINGKATKAN METALITERASI SISWA PADA PENYELESAIAN MASALAH PENJADWALAN PESAWAT

E S W Jannah^{1*}, Dafik^{1,2,3,4}, A Fatahillah¹

¹*Department of Maths Education, Universitas Jember, Indonesia*

²*Department of Maths Education Postgraduate, Universitas Jember, Indonesia*

³*CGANT Research Group, Universitas Jember, Indonesia*

⁴*CEREBEL Research Group, Universitas Jember, Indonesia*

1. PENDAHULUAN

Pendidikan adalah suatu usaha yang terencana dan sadar untuk terciptanya proses pembelajaran dan suasana belajar sehingga peserta didik dapat memiliki pengendalian diri dan mengembangkan potensi dirinya secara aktif, cerdas, terampil, dan berakhlak mulia. Pendidikan tidak lepas dari pendidik dan peserta didik. Seorang pendidik mengharapkan peserta didiknya agar mengenyam pendidikan mulai usia dini hingga beranjak dewasa. Pada era globalisasi ini pendidikan merupakan sarana yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup manusia. Pendidikan juga harus memiliki standar nasional agar suatu tujuan dari pendidikan dapat tercapai. Pemerintah telah mengatur standar nasional pendidikan yang didalamnya menunjukkan bahwa materi numerasi atau matematika wajib termuat pada setiap jenjang pendidikan sebagai salah satu mata pelajaran. Dari peraturan tersebut dapat diketahui bahwa matematika merupakan sarana yang sangat penting dalam berbagai perkembangan ilmu.

Konsep dan prinsip matematika digunakan dalam setiap kegiatan sehari-hari seperti menghitung dan mengukur. Selain itu, peran ilmu matematika sangat penting dalam menyelesaikan suatu masalah aktivitas kehidupan sehari-hari. Pada era industri 4.0, seseorang akan sangat sulit menjalani kehidupan normal di dunia tanpa menggunakan matematika. Oleh karena itu sangat perlu setiap

individu untuk mempelajari matematika, tujuannya agar setiap individu mampu memenuhi kebutuhan perkembangan dan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Permasalahan dalam matematika dapat ditemukan pada pengaplikasian materi himpunan pasangan berurutan. Permasalahan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan yang dipilih yaitu penyusunan penjadwalan pada keberangkatan dan pendaratan pesawat. Pemilihan permasalahan ini dikarenakan agar peserta didik dapat mengaplikasikan materi himpunan pasangan berurutan dalam hal yang lebih kompleks guna mengembangkan ilmu matematika itu sendiri dan juga dapat melibatkan beberapa komponen bidang ilmu lainnya.

Perkembangan ilmu matematika yang kompleks tentunya memerlukan suatu kemampuan yang cukup kompleks pula dan memanfaatkan teknologi digital sesuai dengan era industri 4.0, kemampuan tersebut dapat berupa kemampuan metaliterasi. Metaliterasi adalah kerangka berpikir menyeluruh dengan referensi mandiri yang komprehensif dibandingkan tipe literasi lainnya. Kemampuan metaliterasi dibagi menjadi empat domain, yaitu perilaku, afektif, kognitif, dan metakognitif. Keempat domain ini harus dimiliki peserta didik agar dapat memecahkan permasalahan matematika pada kehidupan sehari-hari. Metaliterasi peserta didik perlu ditingkatkan karena metaliterasi dapat menggabungkan beberapa indikator diantaranya yaitu memproduksi, menyatukan, menggunakan, membagi, dan mengkolaborasi suatu permasalahan.

Sistem universitas di Amerika Serikat menyebutkan bahwa sebagian besar gelar sarjana memiliki metaliterasi yang rendah terlepas dari kenyataan bahwa pelatihan akademik mereka semakin dibutuhkan. Dan dibuktikan oleh McGraw Hill Education bahwa hanya 4 dari setiap 10 mahasiswa sarjana yang merasa sangat siap untuk kehidupan kerja di masa depan [3]. Angka tersebut menempatkan celah karena kurang dari setengah dan menunjukkan bahwa rendahnya kemampuan metaliterasi berpengaruh untuk kesiapan kehidupan di masa depan. Oleh karena itu, kemampuan metaliterasi dibutuhkan dan dapat membantu peserta didik dalam mengontruksi dan menyelesaikan suatu permasalahan matematika dalam kehidupan sehari-hari, bahkan berdampak pada kesiapan masa depan atau pada jenjang pendidikan berikutnya. Jika kemampuan metaliterasi peserta didik rendah, maka peserta didik akan kesulitan dalam

mengontruksi dan menyelesaikan suatu permasalahan tersebut. Dalam hal ini keinginan perkembangan ilmu matematika yang kompleks akan tercapai dengan meningkatkan kemampuan metaliterasi.

Kemampuan metaliterasi pada era 4.0 ini juga tidak luput dalam keterkaitannya dengan teknologi digital. Indikator dari kemampuan metaliterasi tersebut ada lima, yaitu: (1) *produce* (memproduksi), *incorporate* (menyisipkan), *use* (menggunakan), *share* (membagi), dan *collaborate* (kolaborasi). Dalam pembelajaran daring yang telah sesuai dengan era industri 4.0, seorang pendidik dapat menggunakan pendekatan-pendekatan untuk menunjang proses pembelajaran tersebut dan pendekatan yang dapat diterapkan yaitu pendekatan STEM. *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) adalah kurikulum multi-disiplin yang berfokus terhadap sains, teknologi, teknik, dan matematika yang terintegrasi dengan proses pendidikan dan berfokus pada pemecahan masalah pada kehidupan sehari-hari serta dalam kehidupan profesional [6]. Penerapan STEM pada pembelajaran dapat mendorong peserta didik untuk mengontruksi, mengembangkan, mengasah afektif, kognitif, memanfaatkan teknologi, dan mengaplikasikan pengetahuan. Pada saat ini STEM menjadi alternatif pembelajaran yang mampu menghadapi era industri 4.0 yang penuh tantangan dan dapat membangun generasi yang melek teknologi. Pembelajaran berbasis STEM dapat dikolaborasikan dengan model pembelajaran *Research-Based Learning*.

Research-Based Learning (RBL) adalah suatu metode pembelajaran dengan konsep multi-segi yang mengacu pada berbagai strategi pembelajaran dan pengajaran yang menghubungkan penelitian dan pengajaran [2]. Dengan pembelajaran yang menggunakan model RBL, peserta didik akan memiliki kesempatan untuk dapat mengembangkan dan membangun pengetahuan dari langkah-langkah suatu penelitian. Penerapan RBL mendorong terciptanya kemampuan metaliterasi pada diri peserta didik. Peserta didik tidak hanya mendapatkan informasi dan ilmu pengetahuan namun harus dibawa ke level yang lebih tinggi yaitu *creating* atau *communicating*. Maka dari itu, pelaksanaan penelitian RBL dengan pendekatan STEM ini dilakukan di SMP Muhammadiyah 1 Jember dengan subjek penelitian yaitu kelas 8A. Alasan dilaksanakan pada subjek

tersebut karena materi himpunan pasangan berurutan berada di kelas 8, lalu telah dilakukan analisis awal bahwa tingkat metaliterasi di sekolah menengah pertama tersebut relatif rendah, sehingga perlu dilakukan penelitian RBL dengan pendekatan STEM yang dapat membantu meningkatkan metaliterasi peserta didik.

Beberapa penelitian terkait RBL yaitu menganalisis kemampuan metakognisi siswa dalam memecahkan masalah *Rainbow Connection* di bawah implementasi *Research-Based Learning* (RBL) [4]. Penelitian selanjutnya yaitu menganalisis keterlaksanaan bahan ajar berdasarkan *Research-Based Learning* (RBL) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa sekolah dasar dalam menyelesaikan masalah “polamatika” [9]. Terakhir yaitu tentang keterampilan metakognisi siswa dalam menyelesaikan operasi pembagian di bawah pelaksanaan *Research-Based Learning* (RBL) [7]. Dengan memperhatikan pelaksanaan *Research-Based Learning* yang peneliti lain lakukan dalam menyelesaikan suatu permasalahan di bidang matematika, maka dilakukan penelitian yang serupa dalam mengembangkan perangkat *Research-Based Learning* dengan menggunakan pendekatan STEM demi tercapainya tujuan era industri 4.0 untuk meningkatkan kemampuan metaliterasi peserta didik dalam menyelesaikan himpunan pasangan berurutan.

2. METODE PENELITIAN

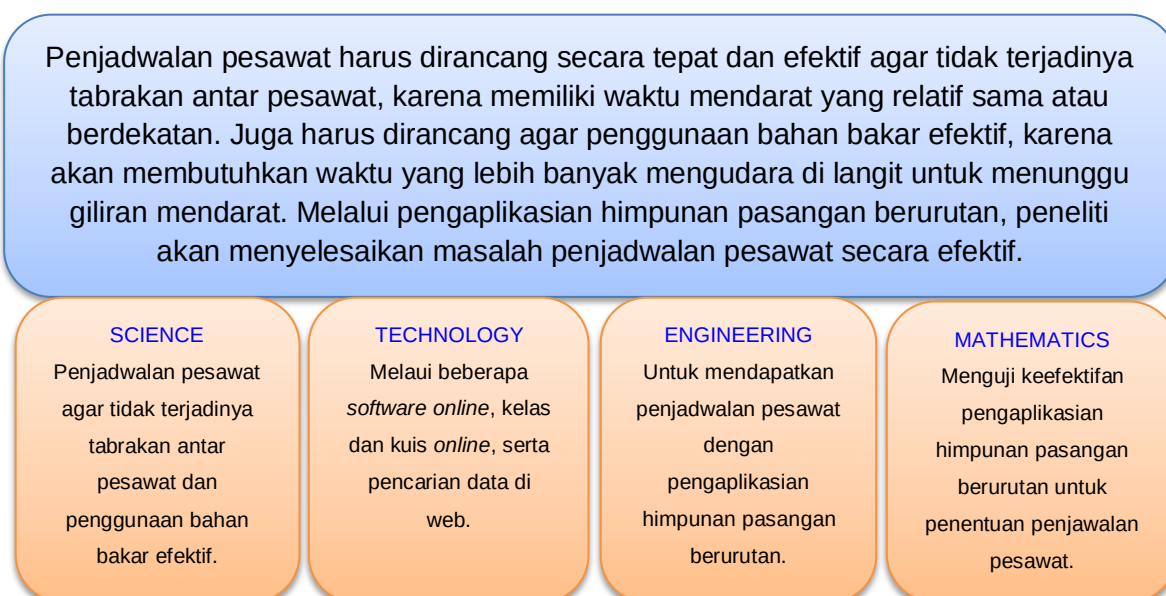
Jenis penelitian ini adalah metode kualitatif naratif. Penelitian ini dimulai dari mengumpulkan beberapa literatur untuk direview terkait RBL dan STEM. Termasuk juga eksplorasi terkait dengan problematika STEM. Kemudian dikembangkanlah kerangka sintaksis integrasi RBL-STEM dalam menyelesaikan problematika STEM tersebut. Selanjutnya akan disajikan pula capaian pembelajaran dan tujuannya, dan kemudian termasuk pengembangan indikator dan sub indikator terkait dengan metaliterasi. Kemudian penelitian dilanjutkan dengan menguraikan peran empat elemen STEM 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 metaliterasi termasuk di dalamnya adalah menunjukkan instrumen penilaiannya.

3. HASIL PENELITIAN

3.1. *Sintaks Pembelajaran Berbasis Penelitian dengan Pendekatan STEM*

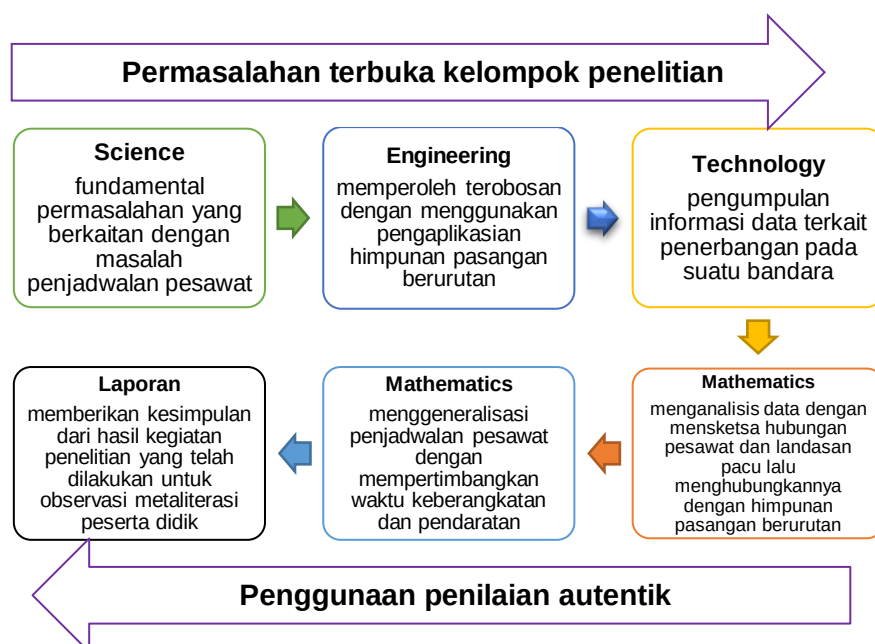
Berikut ini akan disajikan kerangka kerja untuk mengintegrasikan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM dalam meningkatkan metaliterasi peserta didik dalam memecahkan masalah penjadwalan pesawat dengan menggunakan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan. Kerangka kerja ini dikembangkan 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 pada penjadwalan pesawat seperti terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Unsur-unsur STEM pada permasalahan penjadwalan pesawat.

Dalam penelitian ini, peneliti mempertimbangkan penjadwalan pesawat di suatu bandara yang memiliki dua atau lebih landasan pacu dengan beberapa pesawat yang akan mendarat di waktu yang relatif bersamaan atau berdekatan. Oleh karena itu model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM akan melakukan tahapan sebagai berikut 1) fundamental permasalahan yang berkaitan dengan masalah penjadwalan pesawat, 2) memperoleh terobosan dengan menggunakan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan, 3) pengumpulan

informasi data terkait penerbangan pada suatu bandara, 4) menganalisis data dengan mensketsa hubungan pesawat dan landasan pacu lalu menghubungkannya dengan himpunan pasangan berurutan, 5) menggeneralisasi penjadwalan pesawat dengan mempertimbangkan waktu keberangkatan dan pendaratan, serta 6) memberikan kesimpulan dari hasil kegiatan penelitian yang telah dilakukan untuk observasi metaliterasi peserta didik. Secara detail *framework* integrasi *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM ini dapat dilihat pada Gambar 2.



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

3.1.1. *Capaian dan Tujuan Pembelajaran*

Capaian pembelajaran yang dicapai yaitu peserta didik dapat mengembangkan penjadwalan pesawat khususnya untuk bandara yang memiliki lebih dari satu landasan pacu dengan menggunakan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan. Peserta didik juga dapat merancang penjadwalan dengan mempertimbangkan waktu keberangkatan dan pendaratan pesawat. Tujuan pembelajaran yang dihasilkan *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM akan memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan di bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika. Tujuan-tujuan tersebut dipaparkan sebagai berikut.

a. *Science*

- Peserta didik diharapkan memahami permasalahan penjadwalan pesawat terutama pada bandara dimana memiliki lebih dari satu landasan pacu yang sangat berguna bagi pekerjaan *Air Traffic Controller* (ATC).
- Peserta didik diharapkan memahami fungsi penjadwalan pesawat yaitu agar tidak terjadinya tabrakan antar pesawat dan penghematan bahan bakar.

b. *Technology*

- Peserta didik diharapkan menggunakan *browser web* untuk mencari data terkait penerbangan pada suatu bandara.
- Peserta didik diharapkan menggunakan *channel* Youtube untuk mengetahui hubungan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan dengan masalah penjadwalan pesawat.
- Peserta didik diharapkan memanfaatkan *platform* untuk kelas dan kuis *online*, serta menggambar grafik.

c. *Engineering*

- Peserta didik diharapkan mengembangkan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan dengan menggunakan teknik pengenalan pola.
- Peserta didik diharapkan menerapkan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan dalam mengembangkan permasalahan penjadwalan pesawat terutama pada bandara yang memiliki lebih dari satu landasan pacu.

d. *Mathematics*

- Peserta didik diharapkan membuat sketsa hubungan setiap pesawat dengan dua landasan pacu pesawat.
- Peserta didik diharapkan menentukan hubungan pesawat dengan landasan pacu ke dalam bentuk himpunan pasangan berurutan.
- Peserta didik diharapkan menggeneralisasi penjadwalan pesawat dengan mempertimbangkan waktu keberangkatan dan pendaratan.
- Peserta didik diharapkan membuat lebih banyak pilihan penjadwalan dengan menggunakan permutasi.

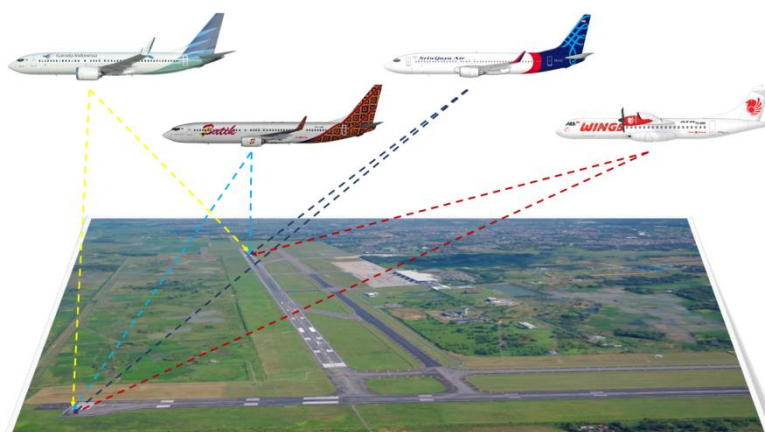
3.1.2. **Penjadwalan Pesawat Menggunakan Pengaplikasian Himpunan Pasangan Berurutan**

Masalah Unsur Sains. Sebuah bandara yang memiliki landasan pacu pesawat lebih dari satu sangat membutuhkan penjadwalan pesawat yang lebih efektif. Rata-rata bandara di Indonesia hanya memiliki 1 landasan pacu pesawat, tiga bandara yang memiliki 2 landasan pacu, dan hanya ada satu bandara yang memiliki 3 landasan pacu yaitu bandara Soekarno Hatta. Tiga bandara yang memiliki 2 landasan pacu yaitu bandara Sultan Hasanuddin, bandara Budiarto, dan bandara Iswahjudi. Namun hanya bandara Sultan Hasanuddin yang merupakan bandara yang melayani penerbangan domestik dan internasional. Penjadwalan pesawat dirancang secara efektif untuk menghindari terjadinya kecelakaan antar pesawat dengan waktu pendaratan yang relatif sama atau berdekatan. Penghematan penggunaan bahan bakar pesawat juga menjadi alasan dibutuhkannya penjadwalan keberangkatan dan pendaratan pesawat.

Penggunaan Teknologi atau *Internet of Things*. Melalui salah satu *browser web*, pencarian data tentang berbagai maskapai di salah satu bandara dapat terselesaikan. Pada permasalahan ini dicari data tentang berbagai maskapai dalam penerbangan domestik di bandara Sultan Hasanuddin (kunjungi <https://hasanuddin-airport.co.id/>). Penggunaan *channel* Youtube untuk mengetahui hubungan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan dengan masalah penjadwalan pesawat juga termasuk penggunaan IoT (kunjungi <https://youtu.be/4v9kTjwROAI>). Memanfaatkan *platform* untuk kelas dan kuis *online* seperti Google Classroom yang telah terintegrasi dengan Google Forms (kunjungi <https://classroom.google.com/c/Mzk4ODMyNzQyODgx?cjc=zvypj7k>). Untuk menggambar suatu grafik atau menggambar sketsa hubungan setiap pesawat dengan dua landasan pacu pesawat dapat menggunakan *platform* yang disebut dengan draw.io (kunjungi <https://app.diagrams.net/>). Dapat dilihat pada permasalahan penjadwalan pesawat ini bisa menggunakan banyak *platform* maupun *software* yang berbasis *online* yang mendukung penggunaan teknologi.

Penggunaan Teknologi atau *Internet of Things*. Melalui salah satu *browser web*, pencarian data tentang berbagai maskapai di salah satu bandara

dapat terselesaikan. Pada permasalahan ini dicari data tentang berbagai maskapai dalam pengembangan domestik di bandara Sultan Hasanuddin (kunjungi <https://hasanuddin-airport.co.id/>). Penggunaan *channel* Youtube untuk mengetahui hubungan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan dengan masalah penjadwalan pesawat juga termasuk penggunaan IoT (kunjungi <https://youtu.be/4v9kTjwROAI>). Memanfaatkan *platform* untuk kelas dan kuis *online* seperti Google Classroom yang telah terintegrasi dengan Google Forms (kunjungi <https://classroom.google.com/c/Mzk4ODMyNzQyODgx?cjc=zvypj7k>). Untuk menggambar suatu grafik atau menggambar sketsa hubungan setiap pesawat dengan dua landasan pacu pesawat dapat menggunakan *platform* yang disebut dengan draw.io (kunjungi <https://app.diagrams.net/>). Dapat dilihat pada permasalahan penjadwalan pesawat ini bisa menggunakan banyak *platform* maupun *software* yang berbasis *online* yang mendukung penggunaan teknologi.

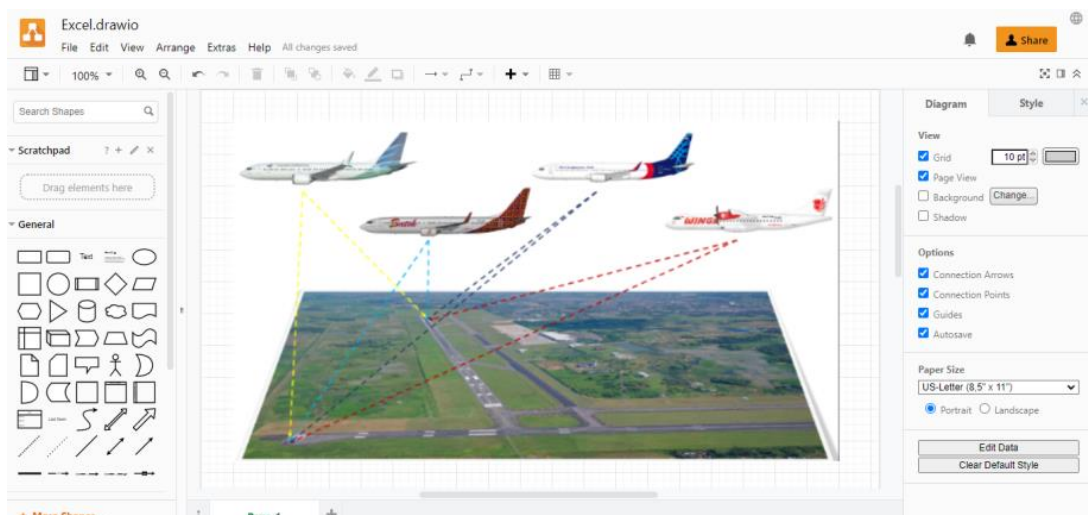


Gambar 3. Simulasi pesawat di landasan pacu Bandara Sultan Hasanuddin.

Unsur Teknik. Untuk membuat penjadwal pesawat yang memiliki lebih dari satu landasan pacu dibutuhkan teknik khusus. Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengaplikasian himpunan pasangan berurutan. Untuk penggunaan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan diperlukan dua tahap yaitu 1) menentukan beberapa pesawat yang akan mendarat pada dua landasan pacu di suatu bandara, selanjutnya 2) mensketsa hubungan pesawat dan landasan pacu lalu menghubungkannya dengan himpunan pasangan berurutan.

Unsur Matematika. Menguji keefektifan penggunaan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan. Untuk membangun pola pikir matematis peserta

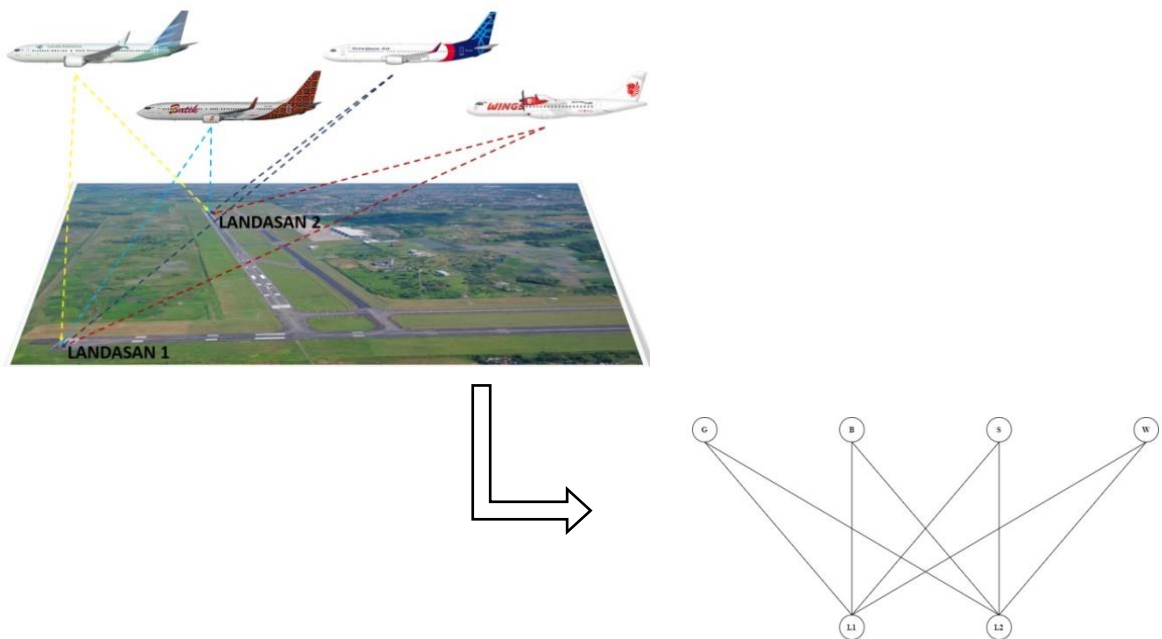
didik dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan pesawat ini, maka peserta didik dikenalkan dengan teori pelabelan. Cara memberi label lintasan antara hubungan pesawat dan landasan pacu yaitu dengan memberi label 1, 2, 3, 4, dan seterusnya. Dengan catatan tidak boleh memberi label yang sama pada suatu tujuan landasan yang sama. Setelah memberi pelabelan dengan benar, maka akan didapatkan hasil himpunan pasangan berurutan dari setiap label. Untuk menggeneralisasi masalah ini, diperlukan pengaplikasian matematika lebih luas. Dengan mempertimbangkan waktu keberangkatan dan pendaratan, peserta didik dapat merancang pukul berapa suatu pesawat akan berangkat dari bandara lepas landas dan pukul berapa suatu pesawat akan sampai pada bandara tujuan dengan mempertimbangkan rentang waktu pada setiap pesawat yang akan mendarat pada bandara yang sama.



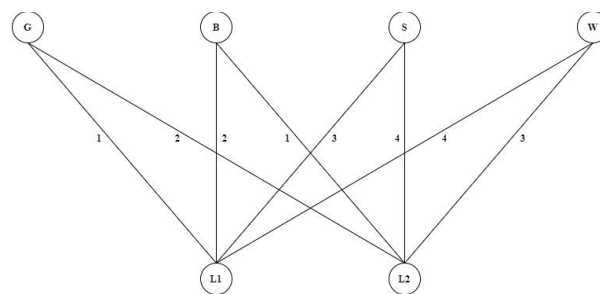
Gambar 4. Pembuatan ilustrasi menggunakan *software online draw.io*.

Langkah pengerjaan dengan mesketsa hubungan pesawat dan landasan pacu yaitu juga memisalkan variabel-variabel yang diperlukan dan diketahui seperti berikut:

G = Garuda Indonesia	W = Wings Air
B = Batik Air	L1 = Landasan 1
S = Sriwijaya Air	L2 = Landasan 2



Gambar 5. Ilustrasi teknik mensketsa hubungan pesawat dengan landasan pacu.



Gambar 6. Ilustrasi pelabelan hubungan pesawat dengan landasan pacu.

Setelah memisalkan variabel-variabel diatas, langkah selanjutnya yaitu memberi label pada setiap lintasan antara pesawat dan landasan pacu dengan memberinya nomor 1, 2, 3, dan 4 seperti pada Gambar 6 diatas. Cara memberi pelabelan tersebut yaitu tidak memberi label yang sama pada suatu tujuan landasan pacu pesawat. Hal ini akan memudahkan peserta didik dalam memahami pelabelan yang akan diberi pada setiap permasalahan penjadwalan pesawat lainnya. Langkah berikutnya yaitu membuat himpunan pasangan berurutan dari hasil pelabelan yang telah terselesaikan sebelumnya, hasil yang didapat yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 1 &= \{(G, L1), (B, L2)\} & 3 &= \{(S, L1), (W, L2)\} \\
 2 &= \{(B, L1), (G, L2)\} & 4 &= \{(W, L1), (S, L2)\}
 \end{aligned}$$

Seperti itulah pengaplikasian masalah himpunan pasangan berurutan dalam permasalahan penjadwalan pesawat. Hal ini dapat digeneralisasi agar peserta didik mengerti maksud dan arti dari hasil himpunan pasangan berurutan diatas. Dengan memisalkan bahwa setiap pesawat membutuhkan waktu 1 jam perjalanan dari bandara tempat daerah lepas landas dan syarat rentang waktu setiap pesawat yang mendarat di bandara tujuan yaitu 5 menit. Maka peserta didik akan menghasilkan jawaban seperti berikut:

Pada label 1:

Pesawat **Garuda Indonesia** berangkat dari daerah mereka lepas landas pada pukul 10.00, maka akan tiba di bandara tujuan pada pukul 11.00 di **landasan 1**.

Di waktu yang bersamaan pesawat **Batik Air** dapat berangkat dari daerah mereka lepas landas pada pukul 10.00 dan tiba di bandara tujuan pada pukul 11.00 di **landasan 2**.

Pada label 2:

Pesawat **Batik Air** berangkat dari daerah mereka lepas landas pada pukul 10.05, maka akan tiba di bandara tujuan pada pukul 11.05 di **landasan 1**.

Di waktu yang bersamaan pesawat **Garuda Indonesia** dapat berangkat dari daerah mereka lepas landas pada pukul 10.05 dan tiba di bandara tujuan pada pukul 11.00 di **landasan 2**.

Pada label 3:

Pesawat **Sriwijaya Air** berangkat dari daerah mereka lepas landas pada pukul 10.10, maka akan tiba di bandara tujuan pada pukul 11.10 di **landasan 1**.

Di waktu yang bersamaan pesawat **Wings Air** dapat berangkat dari daerah mereka lepas landas pada pukul 10.10 dan tiba di bandara tujuan pada pukul 11.10 di **landasan 2**.

Pada label 4:

Pesawat **Wings Air** berangkat dari daerah mereka lepas landas pada pukul 10.15, maka akan tiba di bandara tujuan pada pukul 11.15 di **landasan 1**.

Di waktu yang bersamaan pesawat **Sriwijaya Air** dapat berangkat dari daerah mereka lepas landas pada pukul 10.15 dan tiba di bandara tujuan pada pukul 11.15 di **landasan 2**.

Selanjutnya, berdasarkan himpunan pasangan berurutan yang telah diperoleh dapat digeneralisasi juga dengan menyuguhkan beberapa pilihan penjadwalan pesawat dengan menggunakan permutasi. Dalam hal ini, telah diketahui bahwa rumus permutasi yaitu sebagai berikut.

$$P_r^n = \frac{n!}{(n-r)!}$$

Dalam permasalahan penjadwalan pesawat ini, n merupakan banyaknya pesawat dan r merupakan banyaknya landasan pacu. Maka diketahui:

$$n = 4$$

$$r = 2$$

Setelah diketahui banyaknya pesawat dan landasan pacu, maka permasalahan dapat dikerjakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} P_2^4 &= \frac{4!}{(4-2)!} \\ &= \frac{4!}{2!} \\ &= \frac{4 \cdot 3 \cdot \cancel{2}!}{\cancel{2}!} \\ &= 12 \end{aligned}$$

Dari hasil diatas, maka didapatkan 12 cara atau pilihan pendaratan pesawat untuk variasi penjadwalan. Jika pelabelan pertama yang didapatkan pada Gambar 6 yaitu 12 21 34 43, maka ada 11 pilihan lagi untuk mendapatkan variasi penjadwalan pesawat. Dua belas pilihan tersebut akan diuraikan sebagai berikut.

Tabel 1. Dua Belas Pilihan Penyusunan Penjadwalan Pesawat.

12 Pilihan Pendaratan Pesawat untuk Variasi Penjadwalan			
12 21 34 43	21 34 43 12	34 43 12 21	43 12 21 34
12 34 43 21	21 43 12 34	34 12 21 43	43 21 34 12
12 43 21 34	21 12 34 43	34 21 43 12	43 34 12 21

Dengan langkah-langkah penyelesaian diatas, peserta didik dapat mensimulasikan tugas ATC membuat penjadwalan pesawat dengan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan. Permasalahan penjadwalan pesawat ini juga dapat diperluas apabila lebih banyak pesawat dan lebih banyak landasan pacu pesawat. Maka dari itu, hal ini akan menjadi terobosan baru dalam

mengenalkan permasalahan kehidupan sehari-hari ke peserta didik dan meningkatkan kemampuan metaliterasi peserta didik.

3.1.3. *Pembelajaran Berbasis Penelitian dengan Pendekatan STEM dalam Penjadwalan Pesawat*

Pada bagian ini akan dibahas satu per satu enam tahapan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM. Keenam tahapan ini akan menggambarkan bagaimana peserta didik dalam melakukan pembelajaran *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM tentang penggunaan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan untuk meningkatkan metaliterasi peserta didik dalam memecahkan permasalahan penjadwalan pesawat.

1. Berdasarkan Gambar 2, tahap pertama (*science*) mengajukan permasalahan mendasar terkait dengan penjadwalan pesawat. Hal tersebut harus dirancang secara efektif untuk menghindari terjadinya kecelakaan antar pesawat dengan waktu pendaratan yang relatif sama atau berdekatan. Penghematan penggunaan bahan bakar pesawat juga menjadi alasan dibutuhkannya penjadwalan keberangkatan dan pendaratan pesawat. Peneliti akan meminta peserta didik untuk berpikir tentang penjadwalan keberangkatan dan pendaratan pesawat di bandara Sultan Hasanuddin yang memiliki dua landasan pacu pesawat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM tahap satu pada masalah penjadwalan pesawat.

Tahap Satu	Kegiatan Pembelajaran
Fundamental permasalahan yang berkaitan dengan masalah penjadwalan pesawat (SCIENCE)	1. Guru bertanya kepada peserta didik apakah pernah melihat bandara dengan 2 landasan pacu 2. Guru menunjukkan kepada peserta didik latar belakang dan mengenalkan bandara yang memiliki 2 landasan pacu 3. Peserta didik mulai memahami dan mengenal tentang bandara dengan 2 landasan pacu

2. Kegiatan pembelajaran model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM pada tahap kedua (*engineering*) yaitu mengembangkan terobosan terkait

penggunaan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan untuk meningkatkan metaliterasi peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan pesawat [1]. Guru meminta peserta didik untuk mengidentifikasi beberapa pesawat yang akan mendarat pada dua landasan pacu di suatu bandara. Untuk lebih jelasnya, lihat Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM tahap dua pada masalah penjadwalan pesawat.

Tahap Dua	Kegiatan Pembelajaran
Memperoleh terobosan dengan menggunakan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan (ENGINEERING)	1. Guru membimbing peserta didik untuk mendiskusikan terobosan-terobosan pada bagaimana memecahkan masalah penjadwalan pesawat dengan menggunakan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan. 2. Guru menjelaskan kepada peserta didik cara mensimulasikan beberapa pesawat ke dua landasan pacu. 3. Peserta didik mulai memahami sketsa simulasi pesawat ke dua landasan pacu yang berhubungan dengan himpunan pasangan berurutan.

3. Kegiatan pembelajaran model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM pada tahap ketiga (*technology*) adalah menggunakan perangkat lunak atau pemanfaatan teknologi dalam pencarian data. Lihat Tabel 4 untuk detailnya yaitu sebagai berikut.

Tabel 4. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM tahap tiga pada masalah penjadwalan pesawat.

Tahap Tiga	Kegiatan Pembelajaran
Pengumpulan informasi data terkait penerbangan pada suatu bandara. (TECHNOLOGY)	1. Pengumpulan data terbaru terkait penerbangan di bandara Sultan Hasanuddin. 2. Peserta didik menyebutkan berbagai jenis maskapai yang sedang beroperasi sesuai data terbaru. 3. Peserta didik menggunakan berbagai <i>website</i> untuk mendukung pembelajaran dan pengumpulan data, seperti <i>website</i> resmi bandara Sultan Hasanuddin, Youtube, draw.io, serta

Tahap Tiga	Kegiatan Pembelajaran
	kelas dan kuis <i>online</i> .

4. Kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM pada tahap keempat (*mathematics*) yaitu menganalisis data dengan mensketsa hubungan pesawat dan landasan pacu, lalu menghubungkannya dengan himpunan pasangan berurutan. Untuk lebih jelasnya lihat Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM tahap empat pada masalah penjadwalan pesawat.

Tahap Empat	Kegiatan Pembelajaran
Menganalisis data dengan mensketsa hubungan pesawat dan landasan pacu lalu menghubungkannya dengan himpunan pasangan berurutan. (MATHEMATICS)	1. Peserta didik membuat sketsa hubungan antara setiap pesawat dari data yang telah dicari dengan dua landasan pacu. 2. Peserta didik menyelesaikan permasalahan penjadwalan pesawat dengan memberi label lintasan antara hubungan pesawat dan landasan pacu. 3. Peserta didik menentukan hubungan pesawat dan landasan pacu sesuai pelabelan yang diperoleh ke dalam bentuk himpunan pasangan berurutan.

5. Kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM pada tahap kelima (*Mathematics*) yaitu menggeneralisasi agar peserta didik mengerti maksud dan arti dari hasil himpunan pasangan berurutan. Dengan memisalkan bahwa setiap pesawat membutuhkan waktu sekian jam perjalanan dari bandara tempat daerah lepas landas dan juga terdapat syarat rentang waktu setiap pesawat yang mendarat di bandara tujuan. Untuk lebih jelasnya lihat Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM tahap lima pada masalah penjadwalan pesawat.

Tahap Lima	Kegiatan Pembelajaran
Menggeneralisasi penjadwalan pesawat dengan mempertimbangkan waktu keberangkatan dan pendaratan, serta memperbanyak pilihan penjadwalan dengan menggunakan	1. Guru memberi intruksi pengerjaan dengan memberi syarat lama waktu perjalanan pesawat dan rentang waktu setiap pesawat yang mendarat. 2. Peserta didik menentukan jam keberangkatan pesawat secara bebas

Tahap Lima	Kegiatan Pembelajaran
permutasi. (MATHEMATICS)	dengan pilihan mereka sendiri. 3. Peserta didik menceritakan dan menjelaskan secara rinci keberangkatan dan pendaratan pesawat pada setiap label yang diperoleh. 4. Peserta didik menghitung banyaknya pilihan penjadwalan pesawat yang dapat dibuat dengan menggunakan permutasi.

6. Kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM pada tahap enam (Laporan) yang dilakukan oleh peserta didik untuk menyampaikan dan menjelaskan tujuan dan kesimpulan dari kegiatan pembelajaran hasil penelitian terkait dengan penggunaan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan untuk menyelesaikan masalah pejadwalan pesawat. Dalam hal ini, peserta didik akan melakukan *Focus Group Discussion (FGD)*, sehingga peneliti dapat mengamati kemampuan metaliterasi peserta didik. Untuk lebih jelasnya lihat Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM tahap enam pada masalah penjadwalan pesawat.

Tahap Enam	Kegiatan Pembelajaran
Memberikan kesimpulan dari hasil kegiatan penelitian yang telah dilakukan untuk observasi metaliterasi peserta didik. (REPORT)	1. Perwakilan kelompok diskusi menyampaikan kesimpulan dan tujuan dari kegiatan pembelajaran hasil penelitian terkait dengan penggunaan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan untuk menyelesaikan masalah pejadwalan pesawat. 2. Guru mengevaluasi dan mengklarifikasi semua hasil kegiatan penelitian peserta didik. 3. Guru melakukan observasi terhadap kemampuan metaliterasi peserta didik dengan menggunakan lembar observasi aktifitas peserta didik.

3.1.4. Kerangka Instrumen Penilaian Kemampuan Metaliterasi Peserta Didik

Berikut ini akan disajikan kerangka penilaian instrumen kemampuan metaliterasi peserta didik, seperti tersedia dalam Tabel 8.

Tabel 8. Kerangka instrumen penilaian kemampuan metaliterasi.

Indikator	Sub-Indikator	Materi Uji
<i>Produce</i> (memproduksi)	1. Mengidentifikasi sifat/karakteristik masalah 2. Mendapatkan terobosan 3. Mengembangkan/ menentukan tahapan, fase, sintaks, atau algoritma	1. Jelaskan mengapa dibutuhkan suatu penjadwalan pesawat. 2. Diskusikan terobosan pembuatan penjadwalan pesawat.
<i>Incorporate</i> (menyisipkan)	1. Mengidentifikasi pola dari solusi 2. Menggeneralisasi 3. Menggunakan <i>Internet of Things</i> seperti platform dan aplikasi untuk mengintegrasikan hasil	1. Identifikasi pola untuk menemukan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan 2. Generalisasi masalah penjadwalan pesawat dengan menggunakan permutasi
<i>Use</i> (menggunakan)	1. Menguji atau menilai hasil 2. Menganalisis hasil 3. Menafsirkan hasil 4. Menerapkan hasil	1. Analisis jadwal keberangkatan dan pendaratan pesawat jika setiap pesawat membutuhkan waktu sekian jam perjalanan. 2. Tafsirkan dan kembangkan waktu pendaratan setiap pesawat jika diberi rentang waktu tertentu. 3. Terapkan dengan mengembangkan banyak pilihan penjadwalan dengan menggunakan permutasi.
<i>Share</i> (membagi)	1. Menggunakan <i>Internet of Things</i> untuk membagikan hasil 2. Melakukan refleksi dan evaluasi terhadap umpan balik 3. Evaluasi jumlah	1. Bagikan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan

Indikator	Sub-Indikator	Materi Uji
	tanggapan teman	pesawat di media sosial.
	4. Analisis tanggapan	2. Analisis tanggapan dari pembagian aplikasi himpunan pasangan berurutan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan pesawat di media sosial.
<i>Collaborate</i> (kolaborasi)	1. Bekerjasama dengan beberapa teman	1. Bekerjasama dengan meninjau hasil pengaplikasian himpunan pasangan berurutan pada masalah penjadwalan pesawat.
	2. Memperbanyak temuan dengan meminta beberapa saran dari teman	2. Menentukan masalah terbuka terkait penjadwalan pesawat lainnya.
	3. Mendorong teman lain untuk berbuat lebih banyak dan menyumbangkan temuan	3. Menentukan kebermanfaatan bersama untuk mengembangkan pengaplikasian himpunan pasangan berurutan.
	4. Mendapatkan karya bersama	
	5. Menentukan kebermanfaatan bersama	

3.1.4. *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 STEM. Pada tahap ini, bahan ajar yaitu silabus, RPP, LKPD, *pre-test*, *post-test*, dan instrumen penilaian lainnya, disiapkan oleh peneliti. 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-STEM dalam meningkatkan metaliterasi siswa dalam menyelesaikan masalah penjadwalan pesawat dengan menggunakan materi himpunan pasangan berurutan. Kelima: Tahap evaluasi merupakan kegiatan refleksi untuk menilai apakah penerapan materi pembelajaran model RBL dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan metaliterasi siswa dalam menyelesaikan masalah penjadwalan pesawat dengan menggunakan materi himpunan pasangan berurutan. Pada tahap ini, penggunaan statistik inferensial sangat dibutuhkan.

4. PEMBAHASAN

Pengembangan kerangka kerja kegiatan pembelajaran RBL-STEM dalam menyelesaikan masalah penjadwalan pesawat dengan menggunakan materi himpunan pasangan berurutan untuk meningkatkan metaliterasi siswa sangat bermanfaat untuk dipelajari. Hasil ini menjadi pedoman dalam melakukan penelitian lanjutan. Setidaknya ada dua kegiatan penelitian lagi yang dapat dilakukan lebih lanjut, yaitu: (1) mengembangkan materi pembelajaran STEM-RBL dengan model pengembangan ADDIE, (2) Menganalisis implementasi materi pembelajaran RBL-STEM dalam meningkatkan metaliterasi siswa untuk menyelesaikan masalah penjadwalan pesawat dengan menggunakan materi himpunan pasangan berurutan. Kerangka kegiatan pembelajaran kombinasi RBL-STEM sangat efektif dalam mewujudkan metaliterasi siswa apabila diterapkan dalam kelas pembelajaran, hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dipaparkan pada [8].

5. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini telah menggambarkan bagaimana sintaksis RBL yang terintegrasi dengan pendekatan STEM. Hasil utama adalah kerangka aktivitas pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEM: penerapan teknik himpunan pasangan berurutan dalam penyelesaian masalah penjadwalan pesawat untuk meningkatkan metaliterasi siswa yang berupa tahapan 1-6 dan kegiatan pembelajarannya. Termasuk dalam hasil penelitian ini adalah

mengembangkan kerangka instrumen tes terkait dengan metaliterasi siswa. Dengan hasil penelitian ini, maka penelitian lanjutan terkait pengembangan perangkat dan analisis implementasi RBL-STEM dapat dengan mudah dilakukan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh hibah Riset Keilmuan, LPDP-Indonesia Tahun 2021-2022 dan kelompok riset CEREBEL serta CGANT, oleh karena itu disampaikan terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Approaches for Implementing STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) Activities among Middle School Students in Thailand. (2020). *International Journal of Educational Methodology*, 6(1), 185–198.
- [2] Blackmore, P., & Fraser, M. (2007). Research Based Learning Strategies for Successfully Linking Teaching and Research. *Journal of Education*, 13(2), 1–13.
- [3] Cahyono, T. Y. 2021. Menggali Persepsi Mahasiswa Jurusan Ilmu Sosial tentang Literasi Informasi dan Penggunaan Ponsel di Pendidikan Tinggi. *College and Research Libraries*.
- [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] Safiati, O. A., Dafik, Prastiti, T. D., & Ridlo, Z. R. (2021). On student's metacognition skill in solving division operation under the research-based learning implementation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental*

Science, 747(1).

- [8] Suntusia, Dafik, & Hobri. (2019). The effectiveness of Research Based Learning in improving students' achievement in solving two-dimensional arithmetic sequence problems. *International Journal of Instruction*, 12(1), 17–32.
- [9] 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).

TENTANG PENULIS



Penulis 1 bernama Excelsa Suli Wildhatul Jannah lahir di Jember, 20 September 2000 dari pasangan Achmad Samsul Bahri dan Lila Rusnia. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Pendidikan yang pernah ditempuh oleh penulis antara lain taman kanak-kanak di TK Al Kautsar Kalibaru (2005-2007), sekolah dasar di SDN Jubung 1 (2007-2013), sekolah menengah pertama di SMPN 2 Jember (2013-2015), sekolah menengah atas di SMAN 2 Jember (2015-2018), dan pendidikan sarjana di Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember (2018-2021).

Email: excelsawildhatul@gmail.com.



Penulis 2 bernama Dafik dan dilahirkan di Situbondo pada tanggal 2 Agustus 1968. Pada tahun 1987-1992 Beliau menempuh pendidikan tingkat S1 di Jurusan Pendidikan Matematika, Universitas Jember. Lalu pada tahun 1996-1998 Beliau menempuh pendidikan tingkat S2 bidang Matematika: Numerical Computation di University of Manchester Institute of Science and Technology Manchester, UK. Kemudian pada Tahun 2004-2007 Beliau menempuh pendidikan tingkat S3 bidang Matematika: Combinatorics and Graph Theory di University of Ballarat, Victoria, Australia. Lalu pada tahun 2013

Beliau memperoleh gelar Profesor di bidang Combinatorics, Graph Theory dan Combinatorial Education dan menjadi Ketua Research Group CGANT UNEJ sejak tahun 2017. E-mail: d.dafik@unej.ac.id.



Penulis 3 bernama Arif Fatahillah. Penulis lahir di Jember, pada tanggal 29 Mei 1982. Penulis menyelesaikan pendidikan tingkat strata I di Universitas Jember pada tahun 2004. Kemudian penulis melanjutkan studinya di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan menyelesaikan studi strata 2 pada tahun 2009 hingga mendapatkan gelar M.Si. Beliau sekarang menjadi dosen di Program Studi Pendidikan Matematika

Universitas Jember dengan jabatan fungsional sebagai Lektor dan menekuni bidang Matematika Pemodelan. Email: fatahillah76@gmail.com.

