

BAB 5

KERANGKA AKTIVITAS *RESEARCH BASED LEARNING* DENGAN PENDEKATAN STEM: PEMANFAATAN *CARDBOARD* BEKAS DALAM MENDESAIN OVEN TENAGA MATAHARI BERDASARKAN KONSEP BENTUK ENERGI DAN PERUBAHANNYA UNTUK MENINGKATKAN METALITERASI SISWA

Y F Widyawati¹, Q Qotimah¹, R M Prihandini^{2,3,4}, I H Agustin^{3,5}, R Alfarisi^{2,3,4}, E
Oktavianingtyas², A Prasetyaningsih⁶

¹*UPTD Satdik SDN Kaliwining 02 Jember, Indonesia*

²*Department of Math Education, Universitas Jember, Indonesia*

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

⁴*CEREBEL Research Group, Universitas Jember, Indonesia*

⁵*Department of Mathematics, Universitas Jember, Indonesia*

⁶*SMP Negeri 3 Jember, Jember, Indonesia*

1. PENDAHULUAN

Filosofi pendidikan Ki Hajar Dewantara menghendaki guru dapat menjadi fasilitator pembelajaran dengan membimbing siswa untuk memperoleh pengetahuan melalui pengalaman langsung yang sesuai dengan kebutuhan dan lingkungan sekitarnya. Dalam hal ini dijelaskan bahwa dasar pendidikan anak berhubungan erat dengan kodrat alam dan kodrat zaman [10]. Berdasarkan sudut pandang kodrat zaman saat ini pendidikan diharapkan dapat mengembangkan kemampuan siswa dalam pemanfaatan teknologi dan informasi yang terus berkembang pesat seiring dengan perkembangan zaman.

Salah satu kemampuan siswa yang wajib dimiliki di era digital ini adalah kemampuan metaliterasi. Metaliterasi adalah kerangka pedagogis untuk melibatkan siswa dalam evaluasi, produksi, dan berbagi informasi yang benar dan terpercaya [8]. Istilah metaliterasi pertama kali muncul di perpustakaan dan literatur ilmu informasi di Mackey dan Jacobson's "*Reframing Information*

Literacy as a Metaliteracy" yang digambarkan sebagai "kerangka kerja menyeluruh dan referensi diri yang mengintegrasikan teknologi yang muncul dan menyatukan berbagai jenis literasi" [8]. Fulkerson menjelaskan bahwa metaliterasi menyediakan kerangka kerja menyeluruh dan pemersatu yang dibangun di atas kompetensi literasi informasi inti sambil menangani perubahan revolusioner. Cara pelajar berkomunikasi, membuat, dan mendistribusikan informasi dan lingkungan partisipatif [4]. Jacobson & Mackey mendeskripsikan kemampuan metaliterasi dengan beberapa indikator, meliputi: menghasilkan (*produce*), menyisipkan (*incorporate*), menggunakan (*use*), membagikan (*share*), dan kolaborasi (*collaborate*) [6]. Hasil penelitian terkait juga mengungkapkan bahwa kemampuan metaliterasi sangat penting di era industri 4.0, dan salah satu strategi untuk meraihnya adalah dengan pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) dan *hypermedia* dalam pembelajaran [9].

Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat mendukung munculnya metaliterasi adalah pendekatan STEM. STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang bersifat multidisiplin ilmu, antara lain Sains (IPA), Teknologi, *Engineering* (Teknik), dan *Mathematics* (Matematika) [1]. STEM dirancang untuk mendorong kolaborasi siswa untuk memecahkan masalah yang disajikan dengan mengembangkan keterampilan praktis. Martín-Páez, dkk. mengatakan bahwa pembelajaran STEM sebagai integrasi sejumlah konten konseptual, prosedural, dan sikap melalui sekelompok keterampilan STEM untuk penerapan ide atau pemecahan masalah interdisipliner dalam konteks nyata [10]. Untuk mencapai pembelajaran ini, "pengajaran STEM" harus didasarkan pada standar kurikulum STEM, menciptakan pengalaman bagi siswa yang memungkinkan mereka untuk mengembangkan kemahiran STEM. Pengalaman ini harus mencakup partisipasi dalam penelitian, penalaran logis, dan pemecahan masalah.

Untuk mendukung penerapan pendekatan STEM, dalam penelitian ini dikombinasikan dengan model pembelajaran *Research Based Learning* (RBL). Sota dan Peltzer menyampaikan bahwa *Research Based Learning* (RBL) adalah salah satu teknik pembelajaran berbasis penelitian yang tidak hanya meningkatkan pengetahuan tetapi juga meningkatkan kognitif, kemampuan berpikir, pertimbangan dan pembelajaran kreatif [11]. Siswa harus aktif belajar

dan terus menerus mencari penelitian, pengetahuan baru kemudian analisis, sintesis termasuk menciptakan pengetahuan baru lebih lanjut [2]. Hal senada juga disampaikan oleh Dafik, RBL merupakan metode pembelajaran yang menggunakan pembelajaran kontekstual, pembelajaran otentik, pemecahan masalah, pembelajaran kooperatif, pembelajaran langsung, dan pendekatan penemuan inkuiri [3].

Target dalam RBL adalah terciptanya keterampilan berfikir tingkat tinggi baik pada diri guru maupun siswa yaitu pada level kreasi dan komunikasi [4]. Singh menyampaikan bahwa dengan RBL pembelajaran akan secara aktif mengembangkan keterampilan penelitian mandiri siswa dan memberikan siswa kesempatan untuk mempraktikkan keterampilan ini sehingga pada akhir pembelajaran siswa dapat melakukan dengan pengawasan karya penelitian mandiri [12]. Siswa dapat mendeskripsikan manfaat dari pembelajaran berbasis penelitian yang telah dilaksanakan dan mendemonstrasikan keterampilan yang telah mereka peroleh. Berdasarkan pemaparan beberapa ahli tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa RBL merupakan model pembelajaran berbasis konstruktivisme dengan integrasi elemen-lernen riset ke dalam proses pembelajaran untuk membangun pengetahuan siswa.

Melalui RBL guru memfasilitasi belajar siswa untuk dapat mengidentifikasi permasalahan, merancang alternatif solusi, dan menyelesaikan permasalahan dengan berbagai sudut pandang [13]. Selanjutnya kombinasi model pembelajaran RBL dengan pendekatan STEM dalam penelitian ini disebut pembelajaran RBL-STEM. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa pembelajaran RBL-STEM dapat meningkatkan kemampuan metaliterasi siswa [7].

Permasalahan terbuka (*open problem*) pembelajaran RBL-STEM dalam penelitian ini adalah tentang pemanfaatan *cardboard* bekas sebagai bahan pembuatan oven tenaga matahari. Oven ini merupakan alat pemanas yang didesain dengan menyerap dan menyimpan energi matahari sehingga efek yang ditimbulkan seperti efek rumah kaca yang dapat menyimpan panas meskipun terdapat perubahan cuaca dan iklim. Oven ini memiliki lapisan pengumpul panas yang terbuat dari alumunium foil pada bagian atap oven. Panas yang terkumpul

pada alumunium foil dipancarkan ke dalam oven yang dilapisi kertas karbon hitam. Panas tersebut kemudian disimpan dalam lapisan kertas karbon berwarna hitam yang diletakkan dalam oven, sehingga di dalam oven terjadi kenaikan suhu yang dapat dimanfaatkan untuk memanaskan makanan. Dengan membuat oven tenaga matahari, siswa dapat mengintegrasikan *Research-Based Learning* dan belajar sains, teknologi, *engineering* serta matematika (STEM).

Untuk menunjang pelaksanaan pembelajaran RBL-STEM ini guru harus melakukan persiapan yaitu mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis riset, diantaranya membuat : (1) silabus; (2) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP); (3) Lembar Kerja Siswa (LKS) yang berisi tugas, petunjuk, dan langkah pengerjaan; (4) kisi-kisi dan lembar Tes Hasil Belajar (THB) yang berisi *pre-test* dan *post-test*, serta (6) monograf yang berisi pembahasan cara kerja dan cara pembuatan oven tenaga surya.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan utama penelitian ini yaitu: (1) mendeskripsikan kerangka aktivitas pembelajaran model RBL dengan pendekatan STEM pada kegiatan pemanfaatan *cardboard* bekas sebagai bahan pembuatan oven tenaga matahari; (2) mendeskripsikan kerangka proses pengembangan materi pembelajaran pada model RBL dengan pendekatan STEM pada kegiatan pemanfaatan *cardboard* bekas sebagai bahan pembuatan oven tenaga matahari; serta (3) mendeskripsikan bagaimana materi pembelajaran dari model RBL dengan pendekatan STEM dalam meningkatkan metaliterasi siswa pada kegiatan pemanfaatan *cardboard* bekas sebagai bahan pembuatan oven tenaga matahari.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah metode kualitatif naratif. Pada penelitian kualitatif, data yang diperoleh cenderung bersifat *open ended* tanpa respon yang telah ditentukan. Dengan pendekatan naratif, selanjutnya hasil penelitian dideskripsikan secara terperinci. Penelitian ini berupaya untuk menggambarkan secara detail dan runtut dari proses pengembangan kerangka aktivitas pembelajaran model RBL dengan pendekatan STEM pada kegiatan pemanfaatan *cardboard* bekas sebagai bahan pembuatan oven tenaga matahari.

Penelitian ini dimulai dari mengumpulkan beberapa literatur untuk *direview* terkait RBL dan STEM. Termasuk juga eksplorasi terkait dengan problematika STEM. Kemudian dikembangkan kerangka sintaksis integrasi RBL-STEM dalam menyelesaikan problematika STEM tersebut. Selanjutnya disajikan pula capaian pembelajaran dan tujuannya, termasuk pengembangan indikator dan sub-indikator terkait dengan metaliterasi. Setelah itu penelitian dilanjutkan dengan menguraikan peran empat elemen STEM dalam menyelesaikan problematika di atas. Selanjutnya adalah mendeskripsikan setiap tahapan RBL lengkap dengan aktivitas pembelajaran, dan yang terakhir adalah melengkapi indikator dan sub-indikator dari metaliterasi, termasuk di dalamnya adalah menunjukkan instrumen penilaiannya.

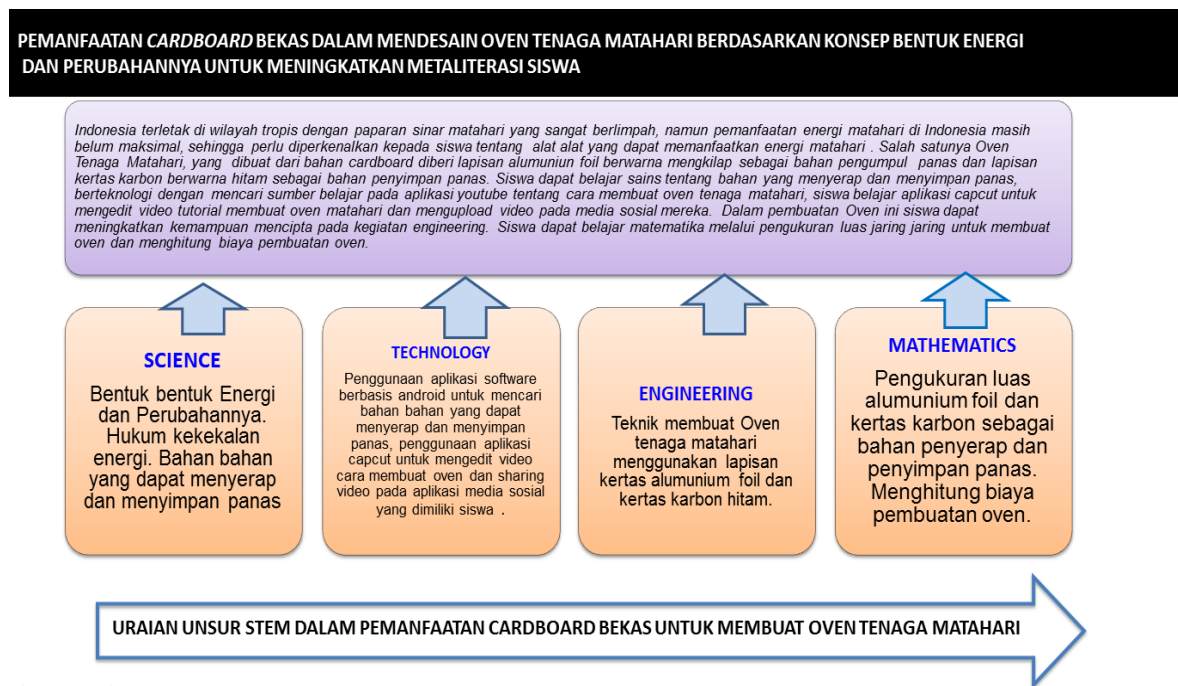
3. HASIL PENELITIAN

3.1 *Sintaks Model Research-Based Learning dengan Pendekatan STEM*

Berikut ini disajikan kerangka kerja untuk mengintegrasikan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM dalam meningkatkan metaliterasi siswa dalam memecahkan masalah pemanfaatan *cardboard* bekas pada pembuatan desain oven tenaga matahari sederhana berdasarkan konsep hukum kekekalan energi. Kerangka kerja ini dikembangkan berdasarkan sintaks yang diusulkan dalam [5]. Pada tahap awal sintaks RBL adalah mengajukan masalah yang timbul dari masalah terbuka kelompok peneliti. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan oven tenaga matahari sederhana dari bahan *cardboard* bekas dengan menggunakan konsep hukum kekekalan energi yang kemudian dikembangkan untuk memecahkan masalah luas permukaan bangun ruang serta jaring-jaring bangun ruang, menghitung waktu dan kenaikan suhu dalam oven, serta menghitung biaya pembuatan oven.

Oven ini merupakan alat pemanas yang didesain dengan menyerap dan menyimpan energi matahari, sehingga efek yang ditimbulkan seperti efek rumah kaca yang dapat menyimpan panas meskipun terdapat perubahan cuaca dan iklim. Oven ini memiliki lapisan pengumpul panas yang terbuat dari alumunium foil pada bagian atap oven. Panas yang terkumpul pada alumunium foil

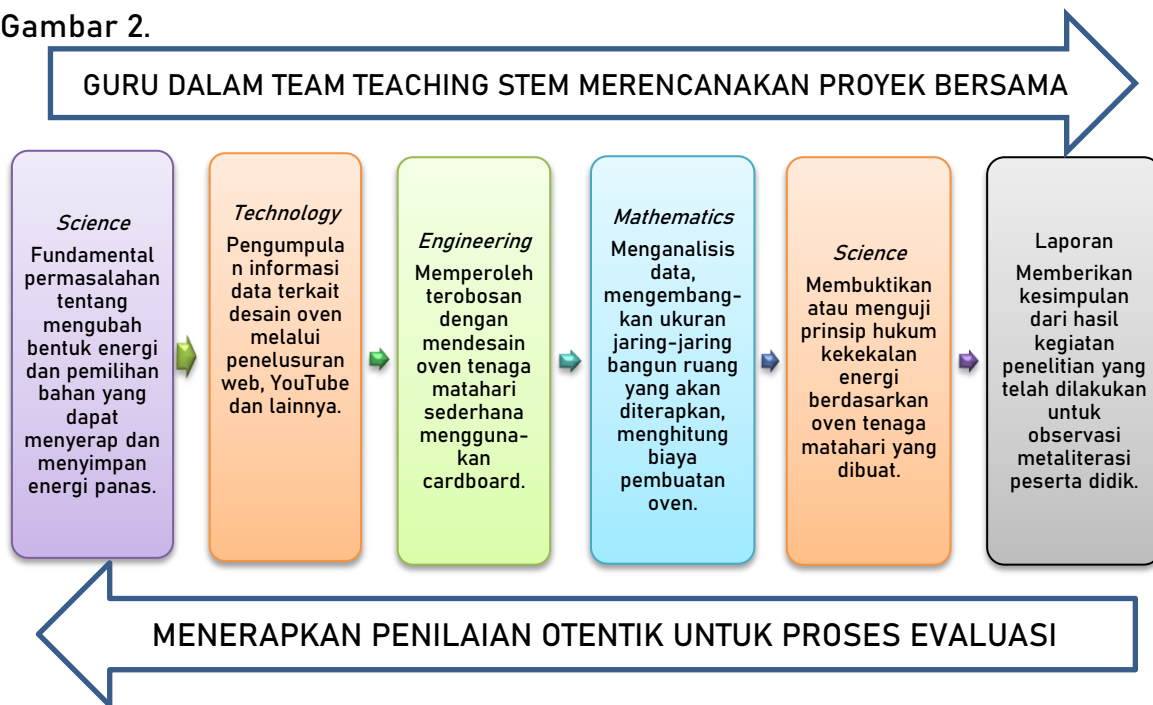
dipancarkan ke dalam oven yang dilapisi kertas karbon hitam. Panas tersebut kemudian disimpan dalam lapisan kertas karbon berwarna hitam yang diletakkan dalam oven, sehingga di dalam oven terjadi kenaikan suhu yang dapat dimanfaatkan untuk memanaskan makanan. Dengan membuat oven tenaga matahari, siswa dapat mengintegrasikan *Research-Based Learning* dan belajar sains, teknologi, *engineering* dan matematika (STEM). Secara detail *framework* integrasi *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Unsur-unsur STEM pada pembuatan oven tenaga matahari.

Dalam penelitian ini siswa merdeka menentukan model dan ukuran serta cara membuat oven yang akan dibuat. Ukuran oven tenaga matahari nantinya akan dijadikan bahan untuk menghitung luas permukaan bangun ruang, sehingga secara langsung siswa dapat menerapkan konsep perhitungan luas permukaan bangun ruang dari jaring-jaring yang di buat sendiri. Siswa juga akan menghitung besarnya biaya untuk membuat oven tenaga matahari. Dalam RBL-STEM akan melakukan tahapan-tahapan sebagai berikut: (1) permasalahan mendasar yang berkaitan dengan perubahan bentuk energy; (2) memperoleh terobosan mendesain oven tenaga matahari untuk menentukan jaring-jaring dan luas permukaan bangun ruang; (3) pengumpulan data terkait waktu dan kenaikan suhu dalam oven; (4)

mengembangkan desain oven tenaga matahari dengan menggunakan *cardboard*, (5) menghitung besarnya biaya untuk membuat oven tenaga matahari; serta (6) melaporkan hasil penelitian dan observasi metaliterasi siswa. Secara rinci *framework* integrasi RBL-STEM ini dapat dilihat pada Gambar 2.



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

3.1.1 *Capaian dan Tujuan Pembelajaran*

Capaian pembelajaran yang dicapai yaitu siswa dapat mengidentifikasi ragam perubahan energi pada kehidupan sehari-hari, dan dapat membuat simulasi tranformasi energi menggunakan oven tenaga matahari, penerapan konsep pembuatanjaring-jaring, dan menghitung volume dan luas permukaan bangun ruang dengan menggunakan *cardboard*. Siswa juga dapat menguji sudut buka alumunium foil untuk mendapatkan energi panas matahari lebih banyak.

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. Sains

Siswa diharapkan untuk memahami konsep dan penerapan hukum kekekalan energi, siswa memahami bahwa energi dapat berubah bentuknya, dalam hal ini energi cahaya matahari diubah bentuknya menjadi energi panas dalam oven. Siswa mengetahui jenis bahan yang dapat menyerap dan menyimpan panas serta memanfaatkan bahan tersebut dalam pembuatan oven tenaga matahari.

b. Teknologi

Siswa diharapkan mampu menggunakan *browser* untuk mengidentifikasi hukum kekekalan energi, mengetahui jenis bahan yang dapat menyerap dan menyimpan panas, menemukan cara membuat oven tenaga matahari dengan menggunakan *channel* YouTube untuk mengetahui tutorial pembuatan oven tenaga matahari, memanfaatkan aplikasi video kreatif sebagai media pembuatan video tutorial pembuatan oven tenaga matahari yang akan dibuat oleh siswa. Menggunakan media sosial untuk membagikan hasil riset siswa.

c. *Engineering*

Siswa diharapkan mampu mengembangkan perhitungan panjang dan lebar alumunium foil serta kertas karbon sebagai pelapis oven tenaga matahari sesuai dengan konsep jaring-jaring bangun ruang, menerapkan materi mengubah bentuk energi berdasarkan hukum kekekalan energi.

d. Matematika

Siswa diharapkan mampu menganalisis serta menggeneralisasi masalah jaring-jaring, dan luas permukaan bangun ruang yang sangat berguna dalam proses mendesain oven tenaga matahari, siswa memahami strategi perhitungan dalam mengkonstruksi oven tenaga matahari, siswa juga dapat meningkatkan kemampuan numerasi dengan menghitung biaya pembuatan oven.

3.1.2 *Pemanfaatan Cardboard Bekas dalam Mendesain Oven Tenaga Matahari*

Unsur Sains (*Science Element*)

Rasa penasaran yang tumbuh pada siswa akan mendorong siswa mencari informasi melalui web maupun *channel* YouTube tentang oven bertenaga cahaya

matahari. Siswa akan menemukan dan membangun pengetahuannya sendiri bahwa energi dapat diubah bentuknya. Salah satu alat yang mengubah bentuk energi adalah oven tenaga cahaya matahari.

Oven tenaga matahari dibuat dari *cardboard* atau kardus bekas. Pada bagian dalamnya dilapisi kertas berwarna hitam. Pemilihan warna hitam ini dikarenakan warna hitam menyerap semua panjang gelombang dalam cahaya putih dan tidak memantulkannya. Saat benda berwarna hitam menyerap semua cahaya matahari, maka energi yang terbawa oleh cahaya itu akan terserap semuanya ke benda berwarna hitam. Selanjutnya cahaya yang terserap akan berubah menjadi bentuk energi panas, dan kemudian dipancarkan. Pada oven tenaga matahari perlu ditambahkan bagian yang dapat mengumpulkan panas yang akan diserap oleh kertas hitam. Benda yang dapat mengumpulkan panas adalah benda yang berwarna mengkilat. Salah satu benda yang berwarna mengkilat adalah kertas alumunium foil, maka pada oven tenaga matahari ditambahkan lapisan alumunium foil sebagai pengumpul panas yang akan diserap kertas hitam di dalam kotak, setelah panas diserap oleh lapisan kertas hitam kemudian panas akan dipancarkan ke dalam ruangan dalam oven, dengan demikian maka suhu dalam oven meningkat. Pada kegiatan membuat oven siswa bebas memilih desain oven yang disukai sehingga terjadi proses pembelajaran berdiferensiasi.



Gambar 3. Berbagai macam oven tenaga matahari.

✚ Unsur Teknologi (*Technology Element*)

Unsur teknologi terjadi pada saat pembuatan video kreatif tutorial pembuatan oven tenaga matahari melalui android. siswa memanfaatkan perangkat lunak dalam membuat video tutorial seperti KineMaster, InShot, Cap Cut, Snack Video, Tik Tok dan aplikasi lainnya. Pada proses pembuatan video tutorial ini siswa dapat memahami cara membuat video tutorial pembuatan oven tenaga matahari secara runtut, siswa juga dapat menyampaikan alasan memilih kertas hitam untuk lapisan dalam dan alumunium foil untuk bagian atap. Siswa secara langsung belajar dan mengkonstruksi pengetahuan sendiri untuk menyelesaikan editing vidoenya.



Gambar 4. Ilustrasi pembuatan video kreatif tutorial oven tenaga matahari sederhana dengan menggunakan aplikasi Cap Cut.

Dalam penelitian ini kami menggunakan aplikasi Cap Cut untuk membuat tutorial pembuatan oven tenaga matahari dari *cardboard* bekas. Aplikasi Cap Cut sudah tidak asing lagi bagi siswa yang terbiasa membuat video Tik Tok dalam pembuatan konten pribadinya. Sehingga perlu peran guru untuk memanfaatkan hal tersebut untuk dapat terintegrasi ke dalam pembelajaran,

sehingga siswa akan tertarik untuk mengikuti pembelajaran untuk melatih *skill* nya dalam membuat konten video kreatif.

Untuk ilustrasi penggunaan aplikasi Cap Cut dalam pembuat tutorial dispenser dapat dilihat pada Gambar 5. Aplikasi ini dapat diakses secara *online* & gratis. Berikut contoh hasil video tutorial yang dihasilkan siswa dengan aplikasi Cap Cut yang telah diunggah ke *channel* YouTube siswa: <https://youtu.be/9JgEam4pxNE> dan <https://youtu.be/2MTQkczrk8> video dapat pula disimak melalui qr code berikut:



Gambar 5. QR Code hasil video tutorial kerja siswa.

✚ Unsur Keteknikan (*Engineering Element*)

Adapun alat dan bahan yang perlu dipersiapkan dalam membuat oven tenaga matahari diantaranya:

- Cardboard bekas
- Penggaris dan spidol
- Gunting dan cutter
- Solasi atau doubletape
- kertas karbon hitam
- Alumunium Foil
- Tusuk sate



Gambar 6. Ilustrasi desain oven tenaga matahari.



Gambar 7. Proses pembuatan oven tenaga matahari dengan menggunakan *cardboard* bekas.

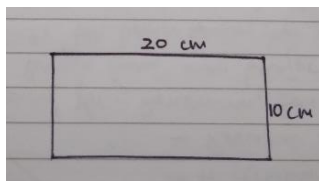
Tabel 1. Cara membuat oven tenaga matahari dari *cardboard* bekas.

No	Cara Membuat Oven Tenaga Matahari	
1	Buatlah gambar kotak pada atap atau tutup <i>cardboard</i> , berilah jarak 2 cm dari tepi <i>cardboard</i> .	
2	Potonglah ketiga sisi <i>cardboard</i> menggunakan gunting atau <i>cutter</i> sehingga dapat dibuka dan ditutup kembali seperti gambar.	
3	Ukurlah panjang dan lebar badan <i>cardboard</i> , lalu sesuaikan ukurannya dengan kertas karbon hitam, setelah itu potonglah kertas karbon hitam yang telah diukur sama dengan badan oven <i>cardboard</i> .	
4	Lekatkan karbon hitam tersebut ke dalam badan oven <i>cardboard</i> untuk menyerap cahaya dari aluminium foil dan mengubah energi cahaya menjadi energi panas.	
5	Angkat tutup ke atas. Tutuplah bagian <i>cardboard</i> yang berlubang dengan plastik transparan agar cahaya dari aluminium foil tetap bisa masuk ke dalam <i>cardboard</i> . Gunakan isolasi atau <i>doubletape</i> agar posisinya tidak bergeser.	
6	Ukurlah panjang dan lebar tutup <i>cardboard</i> , lalu sesuaikan ukurannya dengan kertas aluminium foil, kemudian potonglah aluminium foil yang telah diukur sama seperti ukuran tutup.	
7	Rekatkan atau lapisilah bagian dalam tutup oven <i>cardboard</i> dengan aluminium foil menggunakan isolasi atau <i>doubletape</i> . Pastikan permukaannya rata sehingga dapat memantulkan cahaya.	

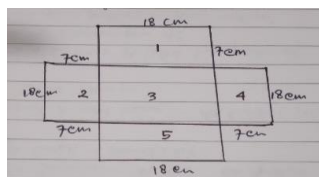
No	Cara Membuat Oven Tenaga Matahari	
8	letakkan tusuk sate pada kedua sisi tutup <i>cardboard</i> sebagai penyangga agar tutup selalu terbuka, lalu pasanglah <i>thermometer</i> dengan cara memasukkan <i>thermometer</i> ke lubang <i>cardboard</i> .	
9	Letakkan oven di luar ruangan agar terkena sinar matahari. Atur posisinya agar sinar matahari memantul dari tutup ke dalam kotak oven. Amati waktu dan kenaikan suhunya	

✚ Unsur Matematika (*Mathematics Element*)

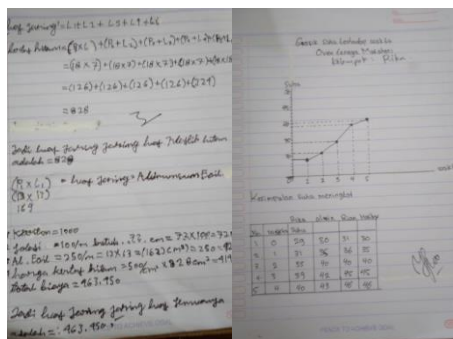
Konsep dalam matematika dapat digunakan untuk mengukur panjang dan lebar tutup oven tenaga matahari atau ukuran jaring-jaring bangun ruang dalam pembuatan oven tenaga matahari. Terdapat berbagai variasi bentuk serta ukuran oven tenaga matahari yang dapat dihasilkan. Dengan melakukan analisis matematika siswa juga dapat melakukan penghitungan biaya pembuatan oven tenaga matahari dari *cardboard*.



Gambar 8. Jaring-jaring tutup oven.



Gambar 9. Jaring-jaring badan oven.



Gambar 10. Hasil penghitungan luas jarring-jaring badan oven dan biaya pembuatan.

Gambar 8 menunjukkan contoh pengukuran jaring-jaring bangun ruang pada pembuatan lapisan alumunium foil untuk tutup oven tenaga matahari dari *cardboard* bekas.

Gambar 9 menunjukkan contoh pengukuran jaring-jaring bangun ruang pada pembuatan lapisan kertas karbon hitam dalam badan oven tenaga matahari dari *cardboard* bekas.

Hasil perhitungan:

- Luas jaring-jaring bangun ruang (badan oven matahari yang dilapisi kertas karbon hitam).
- Luas jarring-jaring bangun datar (tutup oven matahari yang dilapisi alumunium foil).
- Menghitung biaya pembuatan oven tenaga matahari.
- Membuat grafik kenaikan suhu terhadap waktu.

Melalui pembuatan oven tenaga matahari menggunakan *cardboard* bekas. Guru bisa mengintegrasikan berbagai konsep dalam pembelajaran matematika pada suatu aktivitas siswa. Selain belajar mengenai konsep jaring-jaring bangun ruang serta konsep luas permukaan bangun ruang, siswa juga bisa mempelajari konsep sisi, rusuk, titik sudut, serta volume suatu bangun ruang secara bersamaan. Pembelajaran lain yang bisa dipelajari oleh siswa secara terintegrasi yaitu pembelajaran mengenai konsep perhitungan kecepatan kenaikan suhu terhadap waktu.

3.1.3 Pembelajaran Berbasis Riset dengan Pendekatan STEM dalam Pembuatan Oven Tenaga Matahari dari Cardboard

Pada bagian ini dibahas enam tahapan model pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEM. Keenam tahapan tersebut akan menggambarkan bagaimana siswa dalam proses pembelajaran dengan model pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEM tentang pembuatan oven tenaga matahari sederhana dari *cardboard* untuk meningkatkan metaliterasi siswa dalam menyelesaikan masalah perubahan bentuk energi dan bahan-bahan yang dapat menyerap dan menyimpan energi panas .

1. Tahap pertama (*science*), terdapat masalah mendasar terkait dengan pemahaman energi dan perubahan bentuknya. Pembuatan oven tenaga matahari ini harus dirancang secara efektif berdasarkan prinsip hukum kekekalan energi dan sifat bahan yang dapat menyerap dan menyimpan energi panas agar oven tenaga matahari berfungsi sempurna. Berikut dijelaskan lebih rinci pada Tabel 2.

Tabel 2. Kegiatan pembelajaran STEM pada tahap 1.

Tahap 1	Kegiatan Pembelajaran
Mengajukan permasalahan tentang bahan-bahan yang dapat menyerap menyimpan energi panas.	Guru bertanya kepada siswa, bahan apakah yang dapat menyerap panas, dan bahan apakah yang dapat menyimpan panas?
	Guru menunjukkan kepada siswa, benda-benda yang dapat menyerap panas dan benda-benda yang dapat menyimpan panas.

Tahap 1	Kegiatan Pembelajaran
	Siswa bekerja mengembangkan dasar konstruksi pembuatan oven tenaga matahari dari <i>cardboard</i> .
	Siswa mulai melakukan diskusi .

2. Tahap kedua (*engineering*), mengembangkan varian-varian oven tenaga matahari dari *cardboard* dengan mempertimbangkan bahan yang mudah di dapat, efektif dan menarik untuk meningkatkan metaliterasi siswa dalam pembuatan oven tenaga matahari. Guru meminta siswa untuk mengidentifikasi beberapa varian oven tenaga matahari yang bisa dibuat dengan tepat. Untuk lebih jelasnya lihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM pada tahap 2.

Tahap 2	Kegiatan Pembelajaran
Mengembangkan varian oven tenaga matahari berdasarkan hukum kekekalan energi.	Guru membimbing siswa mendiskusikan prinsip hukum kekekalan energi dan prinsip kerja oven tenaga matahari.
	Guru menjelaskan kepada siswa bahwa dalam pembuatan oven tenaga matahari diperlukan bahan yang dapat menyerap dan menyimpan panas.
	Siswa diminta untuk menentukan bahan yang dapat menyerap dan menyimpan panas.

3. Tahap ketiga (*technology*), pada pembuatan video tutorial pembuatan oven tenaga matahari dari *cardboard* menggunakan aplikasi Cap Cut. Perhatikan Tabel 4 untuk lebih jelasnya.

Tabel 4. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM pada tahap 3.

Tahap 3	Kegiatan Pembelajaran
Mengumpulkan data sekaligus menelusuri sumber terkait hal-hal yang diperlukan untuk proses penyelesaian masalah dan memahaminya.	Siswa dengan bimbingan guru melakukan <i>searching</i> tentang contoh pembuatan video tutorial oven tenaga matahari.
	Siswa mengumpulkan foto dan video dokumentasi saat pembuatan oven tenaga matahari.
	Siswa menggunakan aplikasi CapCut untuk membuat video tutorial pembuatan oven tenaga matahari.

4. Tahap keempat (*mathematics-engineering*) adalah pembuatan jaring-jaring

bangun ruang sesuai dengan ukuran yang telah disepakati masing-masing siswa agar bentuk yang dihasilkan proporsional dan simetris. Untuk lebih jelasnya lihat Tabel 5.

Tabel 5. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM pada tahap 4.

Tahap 4	Kegiatan Pembelajaran
Pembuatan jarring-jaring badan oven sesuai dengan ukuran yang tepat.	Siswa menentukan ukuran luas alumunium foil sesuai dengan ukuran tutup oven.
	Siswa menentukan ukuran jarring-jaring kertas karbon hitam sesuai dengan ukuran badan oven.
	Siswa melakukan pengecekan ukuran apakah sudah tepat dan sesuai dengan ukuran tutup dan badan oven.
	Setelah oven berhasil dibuat siswa melakukan riset perhitungan kenaikan suhu dan kenaikan waktu.

5. Tahap kelima (*mathematics*) adalah percobaan menghitung luas tutup dan lapisan aluminum foil, menghitung luas badan oven dan lapisan kertas hitam, menghitung kenaikan suhu terhadap waktu dan menghitung biaya pembuatan.

Tabel 6. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM pada tahap 5.

Tahap 5	Kegiatan Pembelajaran
Percobaan menghitung kenaikan suhu dan perubahan waktu.	Siswa menyiapkan semua oven tenaga matahari karya siswa di luar ruangan, untuk diketahui efektivitasnya.
	Dengan bimbingan guru, siswa menentukan waktu yang sama untuk menaikkan suhu.
	Siswa menghitung kenaikan suhu dan perubahan waktu yang terjadi pada oven tenaga matahari.
	Siswa mengidentifikasi model oven yang lebih cepat mengalami kenaikan suhu.
	Siswa menghitung biaya pembuatan oven tenaga matahari yang paling cepat kenaikan suhunya.
	Siswa membuat kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan.

6. Tahap keenam (RBL) *report*, dilakukan oleh siswa untuk melakukan presentasi hasil penelitian terkait pembuatan oven tenaga matahari sederhana hingga perhitungan biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan. Dalam hal ini siswa mengikuti *focus group discussion* (FGD) sehingga dapat mengamati keterampilan metaliterasi siswa. Untuk lebih jelasnya lihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM pada tahap 6.

Tahap 6	Kegiatan Pembelajaran
Mempresentasikan hasil penelitian siswa terkait pembuatan oven matahari dari <i>cardboard</i> berdasarkan hukum kekekalan energi.	Siswa mengembangkan laporan penelitian tentang konsep hukum kekekalan energi dan perubahan bentuk energi pada pembuatan oven tenaga matahari.
	Siswa mengembangkan laporan percobaan berdasarkan hukum kekekalan energi, kenaikan suhu dan waktu.
	Siswa melakukan presentasi di depan kelas untuk melakukan <i>focus group discussion</i> (FGD).
	Guru mengevaluasi dan mengklarifikasi semua hasil kegiatan penelitian siswa.
	Guru melakukan observasi terhadap keterampilan metaliterasi siswa dengan menggunakan lembar observasi.

3.1.4 Kerangka Instrumen Penilaian Kemampuan Metaliterasi Siswa

Berikut merupakan kerangka penilaian instrumen kemampuan metaliterasi mahasiswa, dapat dilihat pada 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 atau sintaks.	1. Menjelaskan kebermanfaatan oven tenaga matahari. 2. Diskusikan desain oven tenaga matahari yang tepat. 3. Menjelaskan urutan perubahan energi pada oven

Indikator	Sub-indikator	Materi uji matahari.
<i>Incorporate</i> (menyisipkan)	1. Mengidentifikasi desain dari solusi. 2. Menggeneralisasi. 3. Menggunakan aplikasi untuk mengintegrasikan hasil.	1. Identifikasi ukuran jaring-jaring yang sesuai. 2. Generalisasi teknik pembuatan oven tenaga matahari dari jaring-jaring. 3. Aplikasi yang digunakan dalam pembuatan Oven tenaga matahari.
<i>Use</i> (menggunakan)	1. Menguji atau menilai hasil. 2. Menganalisis hasil. 3. Menafsirkan hasil. 4. Menerapkan hasil.	1. Menguji fungsi kerja oven matahari. 2. Menganalisis konsep hukum kekekalan energi pada oven. 3. Menafsirkan hasil kenaikan suhu pada oven. 4. Menjelaskan manfaat oven.
<i>Share</i> (membagi)	1. Menggunakan <i>Internet of Thing</i> untuk membagikan hasil. 2. Melakukan refleksi dan evaluasi terhadap umpan balik. 3. Mengevaluasi jumlah tanggapan teman. 4. Menganalisis tanggapan.	1. Membagikan video tutorial pembuatan oven tenaga matahari melalui media sosial. 2. Memberikan respon terhadap tanggapan teman. 3. Mengevaluasi masukan dari teman. 4. Menganalisa tanggapan kelompok untuk memperbaiki hasil temuan.

Indikator	Sub-indikator	Materi uji
<i>Collaborate</i> (kolaborasi)	1. Bekerjasama dengan beberapa teman. 2. Memperbanyak temuan dengan meminta saran dari teman. 3. Mendorong teman lain untuk berbuat lebih banyak dan menyumbangkan temuan. 4. Mendapatkan karya bersama. 5. Menentukan kebermanfaatan bersama.	1. Bekerjasama dengan meninjau hasil pembuatan oven tenaga matahari. 2. Menentukan masalah terbuka terkait desain oven tenaga matahari yang akan dibuat. 3. Meminta pendapat teman untuk menemukan solusi terbaik pada pembuatan oven. 4. Membuat oven bersama-sama dengan semangat kebersamaan. 5. Menentukan kebermanfaatan bersama untuk mengembangkan pembuatan oven tenaga matahari.

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 STEM. Pada tahap ini, guru menyiapkan bahan ajar antara lain capaian pembelajaran, modul ajar, LKPD, asesmen awal, asesmen formatif dan asesmen sumatif. 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 mendesain oven tenaga matahari sederhana berdasarkan konsep hukum kekekalan energi. Kelima: tahap evaluasi merupakan kegiatan refleksi untuk menilai apakah penerapan materi pembelajaran model RBL dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan metaliterasi siswa dalam mendesain oven tenaga matahari berdasarkan konsep hukum kekekalan energi.

4. PEMBAHASAN

Hasil dari aktivitas pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEM: pemanfaatan *cardboard* bekas untuk meningkatkan metaliterasi siswa dalam mendesain oven tenaga matahari berdasarkan konsep hukum kekekalan energi ini sangat bermanfaat untuk dipelajari. Hasil pembuatan oven tenaga surya ini akan menjadi pedoman dalam melakukan penelitian lebih mendalam pada aktivitas penelitian berikutnya. Setidaknya ada tiga kegiatan penelitian lagi yang dapat dilakukan lebih lanjut, yakni: (1) mengembangkan materi pembelajaran RBL-STEM dengan model pengembangan ADDIE, (2) menganalisis implementasi pembelajaran RBL-STEM dalam meningkatkan kemampuan metaliterasi siswa dalam pemanfaatan *cardboard* bekas dalam mendesain oven tenaga surya.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini mendeskripsikan integrasi sintaksis RBL dengan pendekatan STEM dengan hasil utama adalah produk yang bermanfaat untuk menyimpan panas dari cahaya matahari, sebagai hasil dari aktivitas pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEM melalui pemanfaatan *cardboard* bekas untuk meningkatkan metaliterasi siswa, dalam mendesain oven tenaga matahari berdasarkan konsep hukum kekekalan energi.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terimakasih kepada PUI-PT Kombinatorika dan Graf serta PGRI Jember karena telah memberikan bimbingan dan *support* dalam berbagai hal sehingga paper ini bisa diselesaikan dengan baik.

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] Dafik. (2016). *Pengembangan PBR (Pembelajaran Berbasis Riset) dalam Mata Kuliah*. Lembaga Pembinaan dan Pengembangan Pendidikan Universitas Jember.
- [4] Fulkerson, D. M., Ariew, S. A., & Jacobson, T. E. (2017). Revisiting metacognition and metaliteracy in the ACRL framework. *Communications in Information Literacy*, 11(1), 21–41. <https://doi.org/10.15760/comminfolit.2017.11.1.45>.
- [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] Jacobson, T. E., & Mackey, T. P. (2015). *Metaliteracy In Practice*. Facet.
- [7] Jannah, E. S. W., Dafik, D., & Fatahillah, A. (2021). *Pengembangan Perangkat Research-Based Learning dengan Pendekatan STEM dalam Meningkatkan Metaliterasi Peserta Didik Menyelesaikan Masalah Himpunan Pasangan Berurutan*. 2(2). <https://doi.org/10.25037/cgantjma.v2i2.64>.
- [8] Mackey, T. P. (2020). Embedding metaliteracy in the design of a post-truth mooc: Building communities of trust. *Communications in Information Literacy*, 14(2), 346–361. <https://doi.org/10.15760/comminfolit.2020.14.2.9>.
- [9] Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J.

- M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>.
- [10] Rafael, S. P. (2020). *Program Pendidikan Guru Penggerak Refleksi Filosofis Pendidikan Nasional Ki Hadjar Dewantara*. Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.
- [11] Sota, C., & Peltzer, K. (2017). The effectiveness of research based learning among master degree student for health promotion and preventable disease, faculty of public health, Khon Kaen University, Thailand. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 237, 1359–1365. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.226>.
- [12] Singh, V. (2014). Research based learning: an igniting mind. *International Journal for Research in Education(IJRE) (Impact Factor 1.5)*, 3(6), 21–24. www.raijmr.com.
- [13] 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 "pol m tik" problems. *Journal of Physics: Conference Series*, 1563(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1563/1/012066>.

TENTANG PENULIS



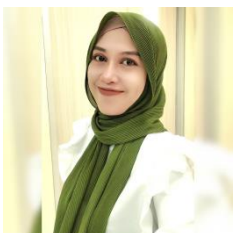
Penulis satu bernama Yuli Feri Widyawati, lahir di Jember pada tanggal 13 Juli 1973., Pada tahun 1991–1996 menempuh pendidikan S1 di FKIP Universitas Jember. Pada Januari 1998 penulis menjadi guru IPA di SMP Negeri 1 Jenggawah Kabupaten Jember hingga bulan Februari 2022. Setelah itu penulis menjadi Kepala Sekolah di UPTD Satuan Pendidikan SDN Kaliwining 02 Rambipuji, Jember. Email: yuliferiw@gmail.com.



Penulis dua bernama Qusnul Qotimah, S.Pd. Beliau lahir di Banyuwangi pada tanggal 15 Januari 1971. Beliau lulus dari SPGN Jember pada tahun 1989, Setelah itu Beliau melanjutkan pendidikan S1 jurusan BK di Universitas Islam Jember dan lulus pada tahun 2010, Kemudian Beliau melanjutkan pendidikan S1 PGSD di Universitas Terbuka, hingga lulus pada tahun 2015. Sejak tahun 2006 Beliau melaksanakan tugas sebagai guru kelas di SDN Kaliwining 02 hingga saat ini. E-mail: qusnul1971@gmail.com.



Penulis tiga bernama Rafiantika Megahnia Prihandini dan dilahirkan di Bondowoso pada tanggal 5 Oktober 1989. Pada tahun 2008-2013 Beliau menempuh pendidikan tingkat S1 di Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Jember yang dilanjutkan dengan mengambil Program *Dual Degree* di Program Studi Pendidikan Lalu pada tahun 2015 - 2017 Beliau menempuh pendidikan tingkat S2 bidang Matematika di FMIPA Universitas Jember. E-mail: rafiantikap.fkip@unej.ac.id.



Penulis empat bernama Ika Hesti Agustin dan dilahirkan di Jember pada tanggal 1 Agustus 1984. Pada tahun 2002-2006 Beliau menempuh pendidikan tingkat S1 di Jurusan Matematika, Universitas Jember. Lalu pada tahun 2011-2013 Beliau menempuh pendidikan tingkat S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Kemudian pada Tahun 2019-2022 Beliau menempuh pendidikan tingkat S3 di Universitas Airlangga. Beliau menjadi dosen di Jurusan Matematika, Universitas Jember mulai tahun 2008 hingga sekarang. E-mail: ikahesti.fmipa@unej.ac.id.