

BAB XIV

KERANGKA AKTIVITAS PEMBELAJARAN BERBASIS RISET DENGAN PENDEKATAN STEM: PENERAPAN TEKNIK PEWARNAAN GRAF SEDERHANA UNTUK MENINGKATKAN METALITERASI SISWA DALAM MENGEMBANGKAN DESAIN WALLPAPER DINDING

F Firmansyah^{1*}, S R Bukaryo¹, Z R Ridlo^{3,4}, I N Maylisa², Dafik^{2,3,5}

¹*SMA Negeri 1 Asembagus, Situbondo, Indonesia*

²*CGANT Research Group, Universitas Jember, Indonesia*

³*CEREBEL Research Group, Universitas Jember, Indonesia*

⁴*Department of Science Education, Universitas Jember, Indonesia*

⁵*Department of Mathematics Education Postgraduate, Universitas Jember, Indonesia*

1. PENDAHULUAN

Metaliterasi sangat dibutuhkan oleh siswa seperti di era saat ini. Era globalisasi sudah sangat berkembang di jaman sekarang, Tenaga pengajar dituntut untuk selalu berinovasi dalam menciptakan suasana pembelajaran yang lebih menyenangkan serta dapat meningkat metaliterasi siswa. Hal ini pula telah dicanangkan oleh pemerintah saat ini melalui merdeka belajar. Ini merupakan upaya pemerintah dalam memperbaiki kualitas pendidikan di Indonesia agar setara dengan negara-negara maju lainnya. Upaya yang dilakukan oleh pemerintah diantaranya memperbaiki sistem pendidikan, guru, metode pembelajaran serta sarana dan prasana guna mendukung pembelajaran.

Pendidikan STEM menjadi salah satu alternatif yang ditawarkan dalam mengatasi permasalahan pendidikan di Indonesia di era revolusi industri 4.0 yang semuanya berkenaan dengan teknologi. Menurut Sanders mengemukakan STEM atau *Science, Technology, Engineering, Mathematics* [7]. Pendekatan STEM pertama kali diperkenalkan di Amerika dengan tujuan agar siswa memiliki kemampuan untuk berpikir kritis sehingga mampu memecahkan masalah dengan lebih kreatif. Hal ini dirasakan bahwa setiap siswa yang berpartisipasi dalam pendidikan STEM, khususnya siswa SMA akan memiliki keuntungan jika mereka

memilih untuk tidak melanjutkan pendidikan dan akan memiliki keuntungan yang lebih besar jika mereka mengikuti kuliah, terutama dalam Bidang STEM [13].

Morisson dan Tsupros menyatakan bahwa STEM merupakan pendekatan interdisipliner yang mengadopsi empat disiplin ilmu yakni *Science, Technology, Engineering, Mathematics* [5]. Hal ini bertujuan untuk mengatasi kesulitan pembelajaran di era sekarang Pembelajaran STEM berfokus pada penggunaan keterampilan dan pengetahuan dalam pemecahan masalah secara lebih kreatif, berimajinasi, mengeksplorasi, berkolaborasi dengan orang lain, menganalisis, berinovasi hingga menguji solusi dari suatu permasalahan. Hal ini akan membuat siswa lebih kreatif dan inovatif dalam berpikir [3].

Pembelajaran STEM dikolaborasikan dengan RBL (*Research Based Learning*) menjadi bagian penting untuk perbaikan kualitas pendidikan di Indonesia. Hal ini dijelaskan oleh Fikri bahwa RBL merupakan suatu metode pembelajaran baru yang memperkaya siswa dengan berbagai pengalaman riset [2]. Diharapkan RBL bukan hanya meningkatkan kemampuan akademik peserta didik, tetapi juga meningkatkan motivasi, pembelajaran aktif, dan pengembangan kemampuan seperti analisis kritis, kerja sama dalam tim, manajemen waktu dan sumber daya. Menurut Widyawati menjelaskan bahwa RBL (*Research Based Learning*) merupakan salah satu model pembelajaran aliran *konstruktivisme* [15]. Dimana RBL lebih mengarah kepada aktivitas analisis, sintesis serta evaluasi yang mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam mengaplikasikan pengetahuan yang diperoleh. Kolaborasi antara RBL dengan pendekatan STEM ini diupayakan mampu meningkatkan metaliterasi siswa agar terwujudnya pembelajaran yang lebih bermutu, inovatif dan produktif. Hal ini juga akan memicu siswa untuk memiliki sikap ilmiah, kritis dan kreatif dalam melaksanakan pembelajaran. Penerapan RBL-STEM juga mampu untuk meningkatkan metaliterasi peserta didik. Konsep metaliterasi dikembangkan oleh Thomas dan Trudi yang menitikberatkan pada kemampuan berpikir kritis dan upaya kolaboratif di era digital [8]. Hal ini berkesinambungan dengan materi akan yang akan dibahas pada jurnal berikut yakni tentang pewarnaan graf sederhana untuk meningkatkan metaliterasi siswa dalam mengembangkan desain *Wallpaper* dinding. Dalam hal tersebut siswa dibimbing untuk memenuhi pembelajaran RBL-STEM.

Dimana siswa memanfaatkan serta mengembangkan empat unsur yang terdapat pada STEM dengan meningkatkan metaliterasi saat ini.

2. METODE PENELITIAN

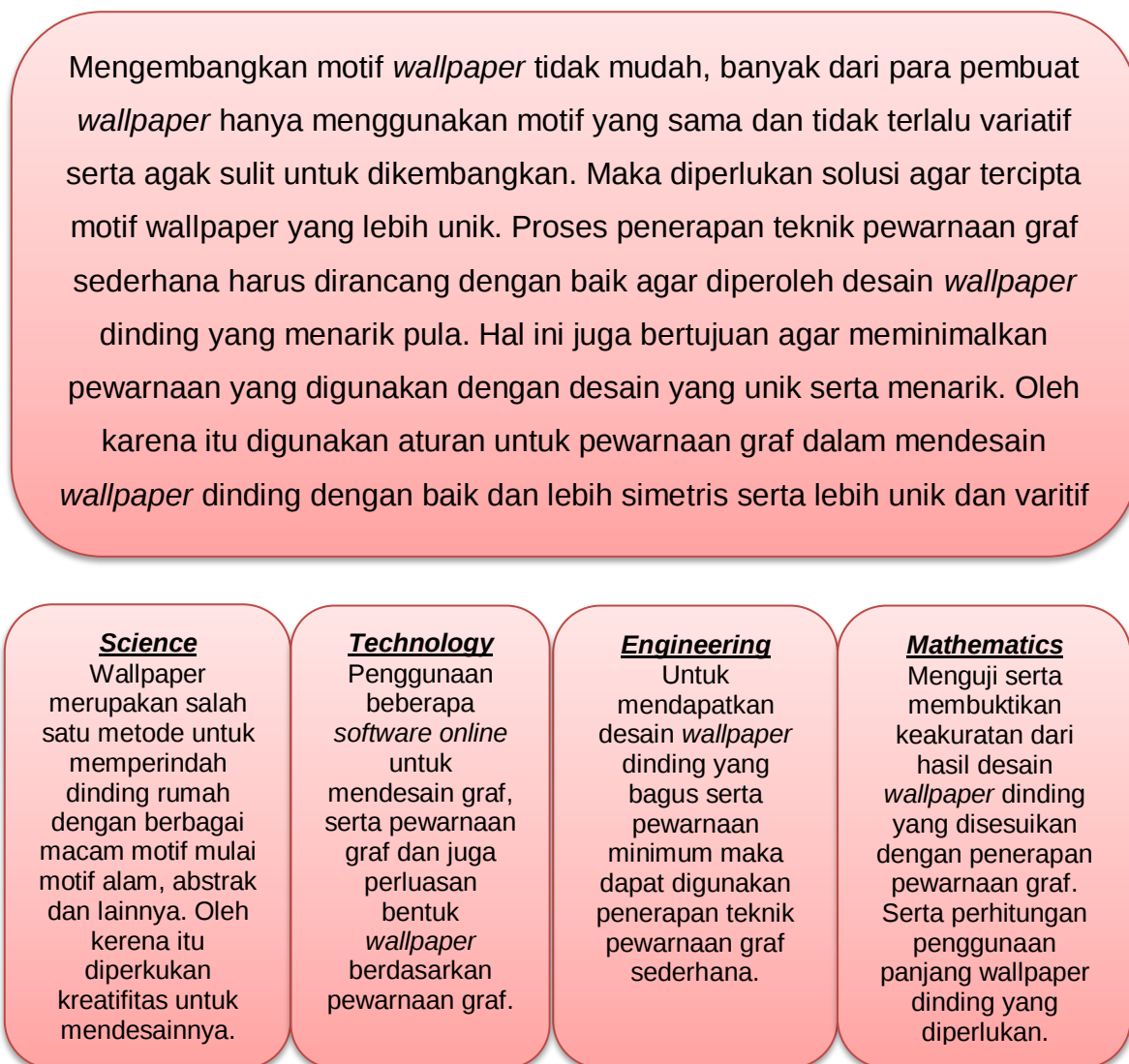
Jenis penelitian ini adalah metode kualitatif naratif. Penelitian ini dimulai dari mengumpulkan beberapa literatur untuk direview terkait RBL dan STEM. Termasuk juga eksplorasi terkait dengan problematika STEM. Kemudian dikembangkanlah kerangka sintaksis integrasi RBL-STEM dalam menyelesaikan problematika 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. *Sintaksis Pembelajaran Berbasis Riset dengan Pendekatan STEM*

Penerapan model pembelajaran RBL dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*). Pembelajaran dengan pendekatan STEM telah banyak diterapkan di Negara-negara maju. Menurut Widyawati menjelaskan bahwa RBL (*Research Based Learning*) merupakan salah satu model pembelajaran aliran *konstruktivisme* [15]. Dimana RBL lebih mengarah kepada aktivitas analisis, sintesis serta evaluasi yang mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam mengaplikasikan pengetahuan yang diperoleh. Kolaborasi antara RBL dengan pendekatan STEM ini diupayakan mampu meningkatkan metaliterasi siswa agar terwujudnya pembelajaran yang lebih bermutu, inovatif dan produktif. Hal ini juga akan memicu siswa untuk memiliki sikap ilmiah, kritis dan kreatif dalam melaksanakan pembelajaran.

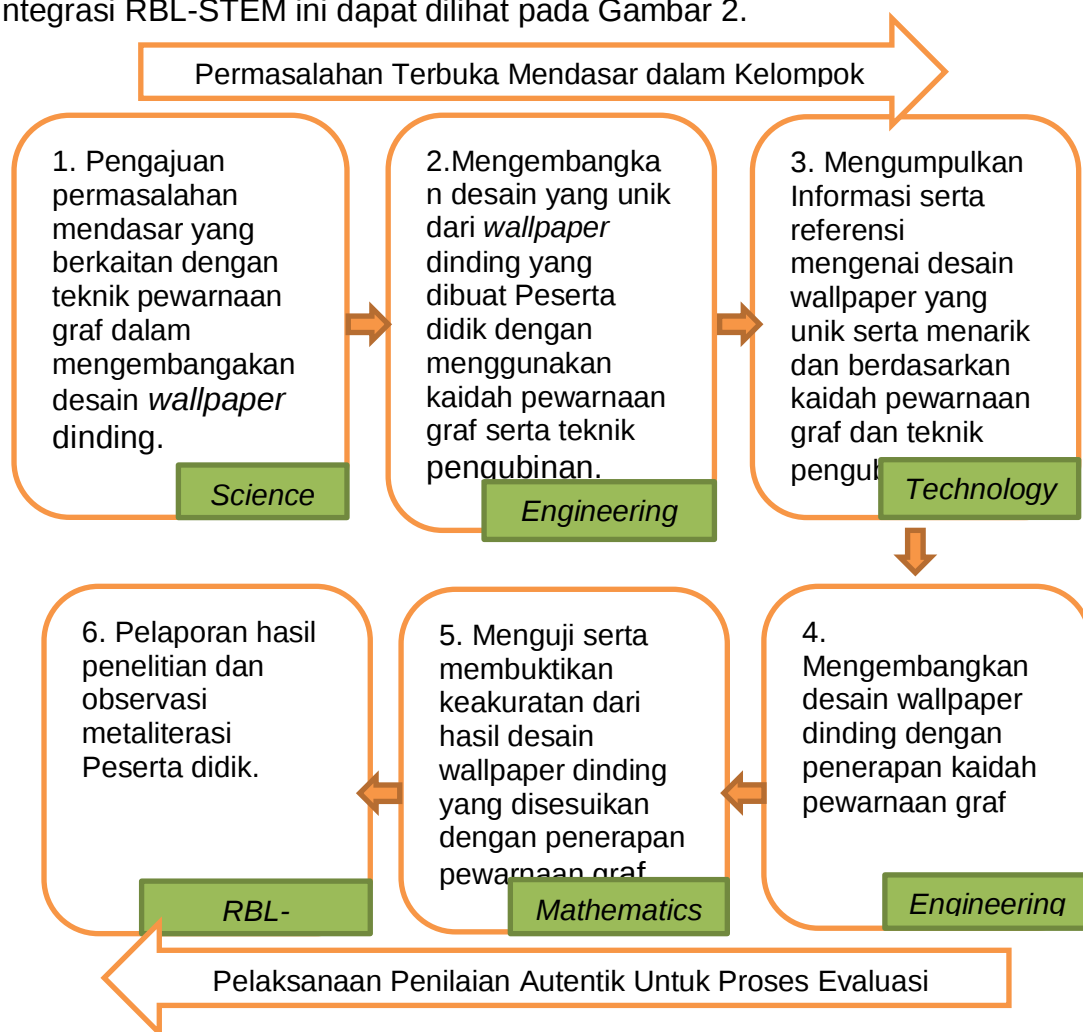
RBL-STEM yang akan dibahas dalam penelitian ini yakni tentang teknik pewarnaan graf sederhana dalam mengembangkan *desain Wallpaper* dinding. Hal ini dapat membantu Siswa untuk meminimalkan penggunaan warna atau bahkan dapat mendesain sendiri *Wallpaper* dinding akan mereka gunakan. Berdasarkan sekilas permasalahan di atas maka disajikan kerangka seperti Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka permasalahan STEM dalam penerapan pewarnaan graf dalam mendesain *wallpaper* dinding.

Dalam penelitian ini, kami mempertimbangkan keunikan pola yang dihasilkan dari *Wallpaper* dinding yang dibuat oleh Siswa dengan penggunaan warna yang paling minimum serta disesuaikan dengan kaidah pewarnaan graf dan juga teknik pengubinan (*Tessellation*) dengan bentuk-bentuk yang unik serta menarik.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka diterapkan pembelajaran model RBL-STEM yang dilaksanakan melalui beberapa tahapan sebagai berikut, (1) Pengajuan masalah mendasar tentang teknik pewarnaan graf dalam mengembangkan desain *Wallpaper* dinding, (2) Memperoleh desain yang unik dari *Wallpaper* dinding yang dibuat Siswa dengan menggunakan kaidah pewarnaan graf serta teknik pengubinan, (3) Pengumpulan data terkait dengan tipe graf yang digunakan dalam melakukan desain *Wallpaper* dinding, serta jenis-jenis *Wallpaper* dinding (4) Melakukan desain graf yang dikaitkan dengan penggunaan pewarnaan graf, kemudian melakukan desain secara manual serta mengubah desain manual ke dalam aplikasi *Geogebra online*, (5) Uji hasil desain *Wallpaper* ke dalam bentuk pengubinan secara lebih luas berdasarkan konsep *Tessellation*, (6). Pelaporan hasil penelitian dan observasi metaliterasi Peserta didik. Secara rinci, kerangka integrasi RBL-STEM ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kerangka integrasi RBL-STEM.

3.1.1. *Capaian dan Tujuan Pembelajaran Peserta Didik*

Capaian pembelajaran yang diharapkan yaitu siswa dapat mengembangkan desain *Wallpaper* dinding dengan menerapkan kaidah pewarnaan graf yang lebih bervariasi serta unik dan juga kreatif. Siswa juga dapat menguji desain *Wallpaper* yang diperoleh secara analitik yang disesuaikan dengan kaidah pewarnaan graf serta dapat memperoleh beberapa kemungkinan desain yang dibuat.

Tujuan pembelajaran RBL-STEM yaitu untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa di bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika antara lain:

a. Pada aspek sains (*science*), siswa diharapkan untuk:

- Menganalisis permasalahan desain *Wallpaper* dinding mulai dari pewarnaan hingga bentuknya yang sangat berguna dalam pemasangan pada dinding rumah.
- Menerapkan masalah pewarnaan graf dalam desain *Wallpaper* dinding yang lebih unik serta kreatif atau bahkan dalam mendesain batik seperti batik cap.
- Menganalisis strategi bisnis pencetakan *Wallpaper* dinding untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal.

b. Pada aspek teknologi (*technology*), siswa diharapkan untuk:

- Mampu menggunakan website dalam mencari informasi serta referensi terkait penerapan pewarnaan graf dalam mendesain wallpaper dinding.
- Mampu menggunakan channel youtube untuk mengetahui tutorial dalam pembuatan desain *Wallpaper* dinding dengan menggunakan *geogebra* atau *software* lainnya.
- Memanfaatkan *software geogebra online* untuk mengembangkan berbagai macam desain *Wallpaper* dinding.

c. Pada aspek teknik (*engineering*), siswa diharapkan untuk:

- Mengembangkan penerapan pewarnaan graf sederhana dalam mendesain *Wallpaper* dinding,
- Mengembangkan penerapan pewarnaan graf sederhana dalam mendesain Batik

d. Pada aspek matematika (*mathematics*), siswa diharapkan untuk:

- Mengembangkan fungsi pewarnaan graf minimal yang digunakan dalam pewarnaan serta algoritmanya.
- Menggunakan *matlab*, *maple* atau *MS. Excel* untuk menghitung menggunakan warna minimal pada desain *Wallpaper* dinding yang dibutuhkan.

3.1.2. **Unsur-unsur STEM pada Penerapan Teknik Pewarnaan Graf Sederhana dalam Mengembangkan Desain Wallpaper Dinding**

a. Aspek sains (*science*) dalam permasalahan

Desain *Wallpaper* dinding dapat menerapkan teknik pengubinan dalam mendesain. Desainnya biasa menggunakan bentuk geometri yang tersusun secara berulang dan saling berkaitan satu dengan yang lainnya. Pola tersebut biasa digunakan oleh pencetak desain *Wallpaper* agar warna yang dibutuhkan tidak terlalu banyak dan memakan biaya lebih. Pewarnaan graf juga digunakan dalam desain *Wallpaper* dinding maupun teknik pengubinan. Bahkan juga digunakan untuk pewarnaan pada peta suatu wilayah untuk mempermudah pembaca peta dalam membedakan wilayah satu dengan lainnya.

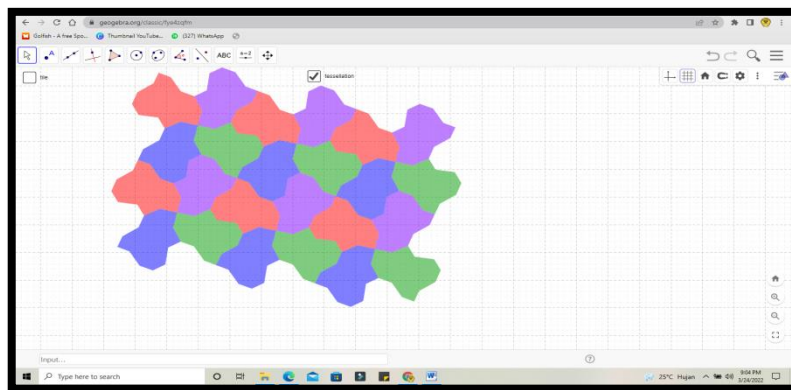
Teknik pewarnaan graf pada permasalahan ini menggunakan pewarnaan titik/ simpul adalah memberikan warna pada titik – titik pada graph sedemikian sehingga setiap dua titik yang bertetangga (berhubungan langsung) mempunyai warna yang berbeda. Dua titik yang bertetangga (berhubungan langsung) adalah dua titik yang dihubungkan oleh sebuah sisi. Hal ini juga dapat diterapkan pada desain *Wallpaper* dinding dengan bentuk bentuk tertentu.



Gambar 3. Contoh desain *wallpaper* dinding.

b. Aspek teknologi (*technology*) dalam permasalahan

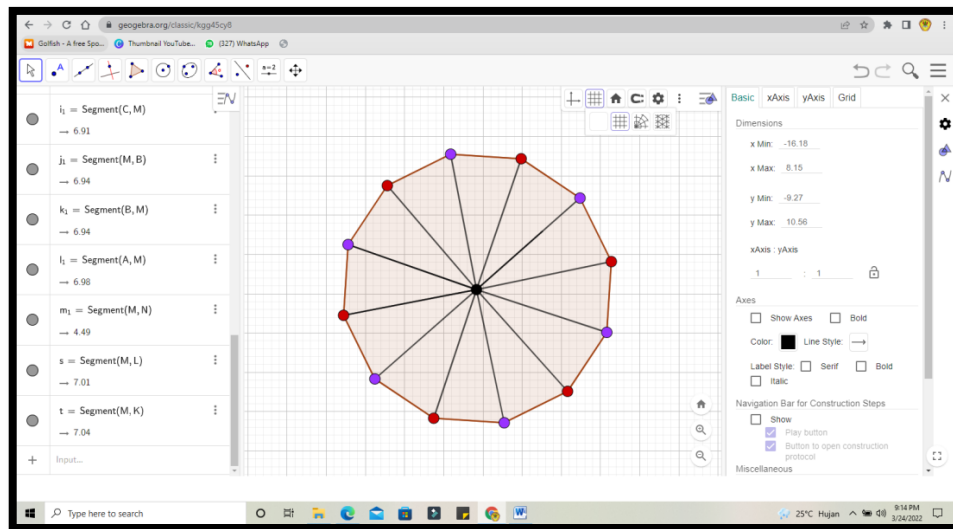
Penggunaan mesin pencarian di Website maupun platform lainnya, Siswa dipandu untuk mencari contoh desain *wallpaper* dinding untuk memecahkan masalah yang ada. Pada penelitian ini Siswa diminta untuk menggunakan *software online* secara gratis yakni *geogebra online* yang dapat di download melalui *playstore* maupun langsung pada *browser* di link berikut <https://www.geogebra.org>. Siswa juga diminta untuk memanfaatkan platform youtube untuk menonton tutorial penggunaan *geogebra online* dalam mendesain *wallpaper* dinding.



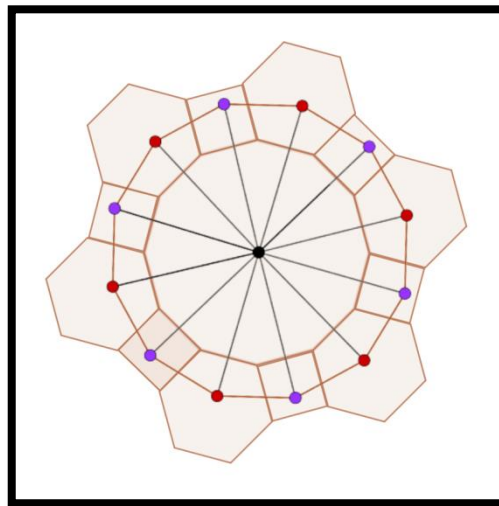
Gambar 4. Contoh tampilan geogebra dalam desain *wallpaper*.

c. Aspek teknik (*engineering*) dalam permasalahan

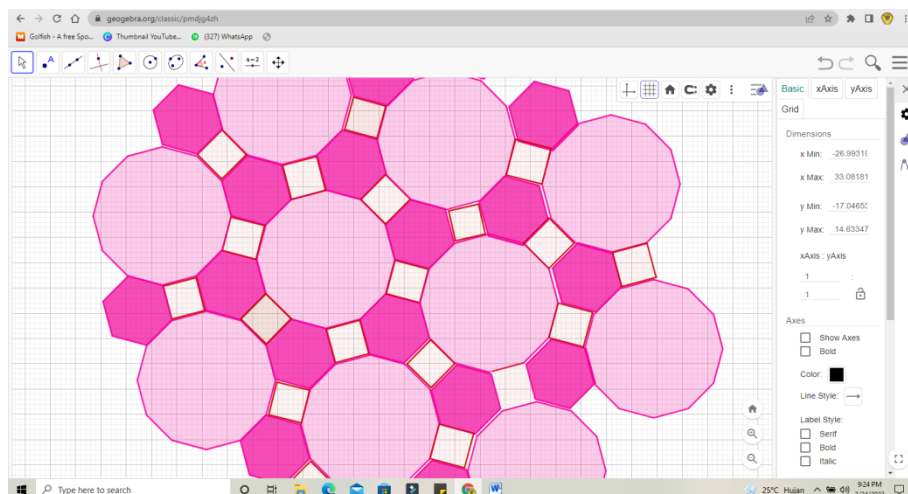
Dalam desain *Wallpaper* dinding dengan menerapkan pewarnaan graf sederhana terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan. Adapun langkah tersebut yakni sebagai berikut: 1). Desain graf terlebih dahulu sebagai pondasi awal untuk pewarnaan graf, 2) Beri warna pada masing-masing titik dari graf yang telah dibuat, 3) Buatlah bentuk/desain *Wallpaper* pada masing-masing titik di graf tersebut dengan syarat masing sisi harus berhubungan langsung, 4) Berikan warna pada bentuk *Wallpaper* dinding sesuai dengan kaidah pewarnaan graf yang telah ditentukan, 5) lakukan teknik pengubinan agar diperoleh desain graf yang utuh.



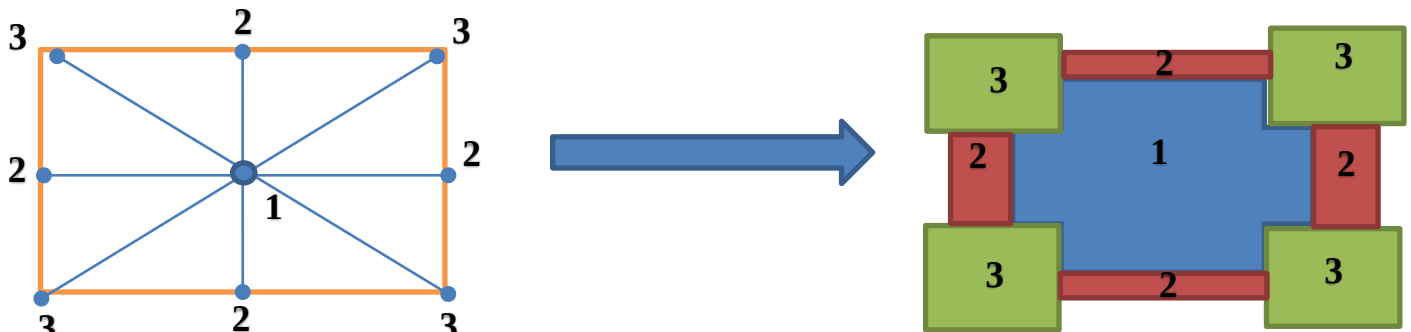
Gambar 5. Desain graf.



Gambar 6. Pemberian bentuk pada graf.



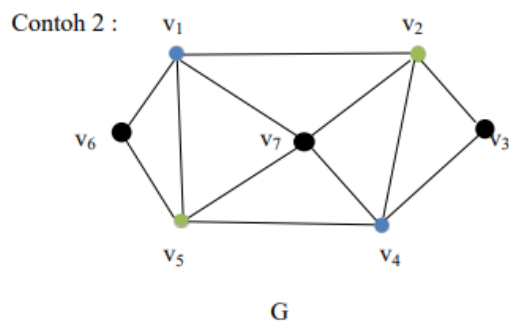
Gambar 7. Pewarnaan serta perluasan bentuk desain.



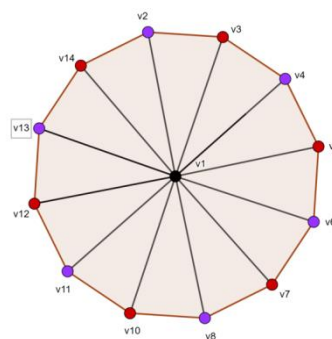
Gambar 8. Contoh desain manual.

d. Aspek matematika (*mathematics*) dalam permasalahan

Berikut penerapan unsur matematika dalam pewarnaan graf:



Jumlah warna minimum yang dapat digunakan untuk mewarnai titik pada suatu graf G disebut bilangan kromatik graf G , yang dilambangkan dengan $\chi(G)$.^[1] Suatu graf yang mempunyai bilangan kromatis k dilambangkan dengan $\chi(G) = k$. Berarti graf G pada contoh 2 di samping mempunyai bilangan kromatik = 3 atau $\chi(G) = 3$.



Gambar 9. Contoh graf H .

Berdasarkan materi pewarnaan graf dengan menggunakan Algoritma *Welch Powel* [14], diperoleh:

Titik	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14
Derajat	12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Warna	B	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P

Berdasarkan tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa graf H di atas mempunyai bilangan kromatik = 3 atau $\chi(H) = 3$.

Perhitungan sederhana tentang kebutuhan wallpaper dinding yang diperlukan dalam suatu ruangan agar tidak terjadi kelebihan maupun kekurangan bahan. Ambil contoh suatu dinding yang akan dipasang wallpaper memiliki tinggi 4,5 meter dan tinggi dinding setinggi 3 meter dari lantai menuju ke plafon, maka dapat dihitung luas bidang yang akan ditutup wallpaper yakni panjang x lebar = 4,5 meter x 3 meter = 13,5 meter persegi. Berdasarkan informasi yang diperoleh satu roll wallpaper dinding berkisar antara 0,53 meter sampai 0.93 meter dengan panjang 5 sampai 17, 5 meter, maka kita ambil luas 0,93 meter x 5 meter = 4,65 meter persegi. Berdasarkan informasi kebutuhan tersebut dapat diperoleh kebutuhan wallpaper yakni $13,5/4,65 = 2,903$ atau dibulatkan menjadi 3 rol. Perhitungan ini bertujuan agar wallpaper yang dibeli tidak terlalu banyak.

3.1.3. ***Pembelajaran Berbasis Riset dengan Pendekatan STEM dalam Penerapan Teknik Pewarnaan Graf Sederhana dalam Mengembangkan Desain Wallpaper Dinding***

Pada bagian ini akan dibahas tahapan model pembelajaran berbasis penelitian dengan pendekatan STEM secara rinci, dimana terdapat enam tahapan yang akan menggambarkan kegiatan siswa dalam proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran berbasis penelitian dengan pendekatan STEM pada penerapan Teknik pewarnaan graf sederhana dalam mengembangkan desain *wallpaper* dinding.

1. Tahap pertama yaitu mengusulkan masalah mendasar terkait berkaitan teknik pewarnaan graf dalam mengembangkan desain *wallpaper* dinding. Desain *wallpaper* dinding ini harus dirancang secara efektif agar diperoleh pewarnaan yang sangat minimum sehingga diperlukan pengeluaran pencetakan *wallpaper*

dengan biaya yang minimum. Penjelasan lebih rinci terkait tahap 1 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM pada tahap 1.

Tahap 1	Kegiatan Pembelajaran
Mengajukan masalah terkait dengan desain <i>Wallpaper</i> dinding dengan menggunakan pewarnaan graf sederhana (Science)	a. Guru bertanya kepada Siswa apakah mereka pernah melihat proses desain <i>Wallpaper</i> dinding sebelumnya.
	b. Guru menunjukkan kepada Siswa tentang berbagai macam desain <i>Wallpaper</i> dinding yang dapat dibuat serta menanyakan apakah mereka mampu membuat desain <i>Wallpaper</i> dinding sendiri.
	c. Siswa bekerja untuk memahami konsep pewarnaan graf serta penerapannya dalam mendesain <i>Wallpaper</i> dinding
	d. Siswa mulai melakukan diskusi kelompok



2. Tahap kedua yaitu siswa dibimbing untuk menggunakan software pembuat graf sederhana untuk menentukan pewarnaannya secara *online*. Penjelasan lebih rinci terkait tahap 2 dapat dilihat pada Tabel 2.

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

Tahap 2	Kegiatan Pembelajaran
Mengembangkan desain unik dari wallpaper dinding yang dibuat siswa dengan menggunakan kaidah pewarnaan graf teknik pengubinan (Engineering)	a. Guru membimbing Siswa untuk berdiskusi tentang bagaimana menerapkan pewarnaan graf sederhana dalam mendesain <i>Wallpaper</i> dinding
	b. Guru menjelaskan kepada siswa tentang desain <i>Wallpaper</i> sederhana menggunakan penerapan pewarnaan graf
	c. Siswa ditanya mengenai pewarnaan

Tahap 2	Kegiatan Pembelajaran
	graf sederhana pada desain <i>Wallpaper</i> dinding yang sederhana pula

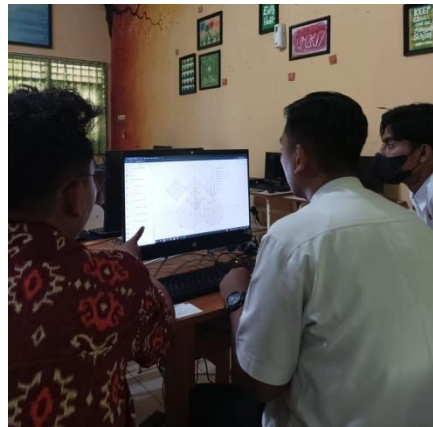


3. Tahap ketiga yaitu siswa dibimbing untuk menggunakan software pembuat graf sederhana untuk menentukan pewarnaannya secara online. Penjelasan lebih rinci terkait tahap 3 dapat dilihat pada Tabel 3.

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

Tahap 3	Kegiatan Pembelajaran
Mengumpulakn data sekaligus menelusuri berbagai sumber terkait dengan hal-hal yang diperlukan untuk proses penyelesaian masalah dan memahaminya (Technology)	a. Siswa dibimbing oleh guru memberikan link software yang digunakan dalam mendesan <i>Wallpaper</i> dinding secara online. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan PC maupun mendownload softwrenya b. Pengumpulan data melalui berbagai sumber terkait dengan penerapan pewarnaan graf sederhana dalam teknik pengubinan yang nantinya akan diterapkan untuk pembuatan desain wallapaper dinding pada platform yang ada baik media cetak maupun eletronik. c. Siswa dapat menggunakan mesin pencarian seperti google atau platform jurnal nasional maupun intenasional yang dapat diakses secara gratis d. Mengembangkan bentuk graf sederhana kemudian analisis penggunaan pewarnaan graf yang

Tahap 3	Kegiatan Pembelajaran
	kemudian diberikan bentuk-bentuk yang sesuai dengan kreativitas Siswa sesuai kaidah pengubinan dengan menggunakan software geogebra yang didapatkan dari playstore atau dapat mengunjungi link berikut https://www.geogebra.org



4. Tahap keempat yaitu siswa mulai mengembangkan penerapan pewarnaan graf sederhana untuk meningkatkan metaliterasi siswa dalam mengembangkan desain *wallpaper* dinding. Siswa diminta untuk mengidentifikasi beberapa graf serta penerapan pewarnaan graf sederhana. Penjelasan lebih rinci terkait tahap 4 dapat dilihat pada Tabel 4.

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

Tahap 4	Kegiatan Pembelajaran
Mengembangkan solusi pada permasalahan terkait dengan desain <i>Wallpaper</i> dinding dengan menggunakan pewarnaan graf sederhana (Engineering)	a. Guru membimbing Siswa dalam mendiskusikan terobasan baru dalam mengatasi permasalahan desain wallpapaer dinding dengan menggunakan pewarnaan graf sederhana
	b. Guru menjelaskan kepada Siswa tentang cara penerapan pewarnaan graf sedernaha dalam mendesain <i>Wallpaper</i> dinding
	c. Siswa diminta untuk mendesain graf sederhana kemudian menentukan banyak pewarnaan yang digunakan
	d. Guru membimbing Siswa untuk memberikan bentuk pada graf yang telah dibuat



5. Tahap kelima yaitu siswa dibimbing untuk menentukan keakuratan dari hasil desain *Wallpaper* dinding yang telah disesuaikan dengan pewarnaan graf yang tepat berdasarkan sumber informasi yang akurat. Penjelasan lebih rinci terkait tahap 5 dapat dilihat pada Tabel 5.

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

Tahap 5	Kegiatan Pembelajaran
Menguji serta membuktikan keakuratan dari hasil desain <i>Wallpaper</i> dinding yang disesuaikan dengan kaidah pewarnaan graf (Engineering, Mathematics)	a. Siswa mengidentifikasi pewarnaan masing-masing graf apakah telah menggunakan pewarnaan minimum
	b. Siswa memberikan bentuk pada titik graf dengan kaidah masing-masing sisi yang bertemu tidak boleh menggunakan warna yang sama
	c. Siswa menentukan kesesuaian jumlah warna yang digunakan dalam desain <i>Wallpaper</i> dinding yang disesuaikan dengan kaidah pewarnaan graf
	d. Tenaga pembimbing meminta untuk mengembangkan bentuk desain <i>Wallpaper</i> dinding yang telah Siswa buat yang disesuaikan dengan kaidah pengubinan
	e. Siswa mengatur ukuran desain <i>Wallpaper</i> yang telah dibuat ke sebuah kertas, lalu mencetaknya. Hal ini bertujuan agar Siswa mengetahui berapa panjang <i>Wallpaper</i> yang dibutuhkan pada satu dinding rumah



6. Tahap keenam yaitu siswa melakukan presentasi hasil dari diskusi yang telah dilakukan mengenai penerapan teknik pewarnaan graf dalam mengembangkan desain *wallpaper* dinding yang telah mereka buat. *Focus Grup Discussion* merupakan salah satu alternatif tepat yang dapat digunakan dalam kegiatan kali ini dengan tujuan untuk mengetahui serta mengamati keterampilan metaliterasi peserta didik. Penjelasan lebih rinci terkait tahap 6 dapat dilihat pada Tabel 6.

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

Tahap 6	Kegiatan Pembelajaran
Mempresentasikan hasil diskusi Siswa terkait penerapan pewarnaan graf sederhana dalam mengembangkan desain <i>wallpaper</i> dinding (Laporan RBL)	a. Siswa mengembangkan laporan tentang penerapan pewarnaan graf sederhana dalam mengembangkan desain <i>wallpaper</i> dinding.
	b. Siswa melakukan presentasi didepan kelas dengan metode <i>Focus Group Discussion</i>
	c. Guru mengevaluasi serta mengklarifikasi semua hasil kegiatan diskusi siswa
	d. Guru melakukan observasi terhadap keterampilan metaliterasi siswa menggunakan lembar observasi



3.1.4. *Kerangka Instrumen Penilaian Kemampuan Metaliterasi Peserta Didik*

Berikut merupakan kerangka penilaian instrumen kemampuan kombinatorial mahasiswa, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kerangka instrumen penilaian kemampuan metaliterasi.

No.	Indikator	Sub Indikator	Materi Uji
1.	<i>Produce</i> (Memproduksi)	a. Mengidentifikasi sifat/karakteristik masalah b. Mendapatkan terobosan c. Mengembangkan/ menentukan tahapan, fase, sintaks, atau algoritma	a. Jelaskan mengapa dibutuhkan pewarnaan graf dalam desain <i>Wallpaper</i> dinding. b. Diskusikan desain <i>Wallpaper</i> yang unik sesuai pekerjaan yang telah dibuat oleh peserta didik.
2.	<i>Incorporate</i> (Menyisipkan)	a. Mengidentifikasi pola dari solusi b. Menggeneralisasi c. Menggunakan <i>internet of things</i> sebagai platform dan aplikasi untuk mengintegrasikan hasil	a. Identifikasi pola untuk menentukan penerapan pewarnaan graf sederhana dalam mendesain <i>Wallpaper</i> dinding b. Generalisasi pewarnaan graf dalam desain <i>wallpaper</i> dinding.
3.	<i>Use</i> (Menggunakan)	a. Menguji dan menilai hasil b. Menganalisis hasil c. Menafsirkan hasil d. Menerapkan hasil	a. Analisis pewarnaan graf minimum dalam mendesain <i>Wallpaper</i> dinding b. Tafsirkan dan kembangkan dengan bentuk lain namun tetap pada kaidah pewarnaan graf c. Terapkan dengan mengembangkan desain

No.	Indikator	Sub Indikator	Materi Uji
			<i>Wallpaper</i> dinding yang unik serta menarik.
4.	<i>Share</i> (Membagi)	a. Menggunakan <i>Internet Of Things</i> untuk membagikan hasil b. Melakukan refleksi dan evaluasi terhadap umpan balik c. Mengevaluasi jumlah tanggapan teman. d. Menganalisis tanggapan teman	a. Bagikan hasil penerapan pewarnaan graf sederhana dalam mendesain <i>wallpaper</i> dinding b. Analisis tanggapan dari pembagian hasil penerapan pewarnaan graf sederhana dalam mendesain <i>wallpaper</i> dinding.
5.	<i>Collaborate</i> (Kolaborasi)	a. Bekerja sama dengan beberapa teman b. Memperbanyak temuan dengan meminta saran dari teman c. Mendorong teman lain untuk lebih banyak dan temuan mengenai berbagai macam desain <i>Wallpaper</i> dinding d. Mendapatkan karya bersama e. Menentukan kebermanfaatan bersama	a. Bekerjasama dalam meninjau hasil pewarnaan graf sederhana dalam mendesain wallpaper dinding. b. Menentukan kebermanfaatan bersama untuk mengembangkan pengaplikasian pewarnaan graf pada permasalahan lain.

3.1.5. *Tindak Lanjut Pengembangan Perangkat Pembelajaran*

Dalam pengembangan perangkat penilaian perangkat pembelajaran, banyak sekali metode atau model yang digunakan. Model pembelajaran harus disusun secara terprogram dengan urutan-urutan kegiatan yang sistematis dalam upaya pemecahan masalah belajar yang berkaitan dengan sumber belajar yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik. Model yang tepat salah satunya yakni model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementastion, Evaluation*) [9]. Model ADDIE ini bergantung pada setiap tahap yang dilakukan dalam urutan yang diberikan. Namun, dengan fokus pada refleksi dan literasi. Model ini memberi pendekatan yang berfokus pada pemberian umpan balik untuk perbaikan terus-menerus [8].

Pada tahap analisis yakni menganalisis karakteristik peserta didik, materi yang akan disampaikan, metode pembelajaran yang tepat serta media pembelajaran yang akan digunakan guna mendukung jalannya pembelajaran. Kedua: pada tahap perancangan yakni merencanakan integrasi model RBL dengan pendekatan STEM melalui silabus, RPP, *pretest*, *posttest*, serta pengembangan penilaian yang telah dipersiapkan oleh guru. Tahap selanjutnya yakni pengembangan, pada tahap ini guru melakukan uji coba terhadap bahan ajar serta instrumen untuk mengecek kevalidan dari bahan ajar. Tahap keempat yakni implementasi guna mengetahui keektivitasan dari bahan ajar RBL-STEM dalam meningkatkan metaliterasi siswa dalam penerapan pewarnaan graf sederhana dalam mendesain *wallpaper* dinding. Serta tahap terakhir yakni evaluasi yang merupakan kegiatan refleksi untuk melakukan penilaian terhadap penerapan dari pewarnaan graf sederhana dalam mendesain *wallpaper* dinding

4. PEMBAHASAN

Kerangka pembelajaran RBL-STEM sangatlah bermanfaat sekali dalam penerapan pewarnaan graf sederhana guna mendesain *wallpaper* dinding dengan pewarnaan yang paling minimum dengan bentuk yang unik dan kreatif, hal ini juga dapat meningkatkan metaliterasi siswa dan menjadi pedoman untuk penulisan jurnal selanjutnya. Terdapat dua kegiatan yang dapat dilanjutkan yakni mengembangkan materi pembelajaran berbasis RBL-STEM dengan model pengembangan ADDIE, serta menganalisis implementasi RBL-STEM dalam meningkatkan metaliterasi siswa dalam menerapkan pewarnaan graf sederhana untuk mendesain *wallpaper* dinding yang unik serta kreatif. Kerangka belajar RBL-STEM sangatlah efektif dalam mewujudkan metaliterasi siswa apabila diterapkan pada pembelajaran di kelas. Hal ini dapat memicu bahkan menumbuhkan kreatifitas siswa dalam belajar, dan juga akan membuat peserta didik lebih aktif di dalam ruang kelas.

Menurut Prof. Dafik menyatakan bahwa pengimplemtasian pembelajaran STEM merupakan cara pemerintah untuk menghadapi industry 4.0 [4]. Di dalam jurnalnya beliau juga menggunakan pembelajaran ADDIE yang cocok untuk RBL-STEM yakni *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation* dalam

menyelesaikan masalah penempatan CCTV di jalan raya dengan penggunaan *strong domination material* dari graf dalam meningkatkan metaliterasi siswa.

Berdasarkan beberapa ulasan di atas ada beberapa kelebihan yang dimiliki oleh RBL. Hal ini dikemukakan pula oleh Wena [12], bahwa RBL memiliki keuntungan yakni *increased motivation, increased problem-solving ability, improved library research skills, increased collaboration, increased resource-management skills*. Hal ini sangat cocok untuk dikolaborasikan dengan STEM agar tercipta suasana pembelajaran asik serta siswa yang lebih kreatif. Namun beliau juga menyatakan bahwa pembelajaran RBL ini memiliki kekurangan yakni memerlukan banyak waktu dalam menyelesaikan sebuah masalah, biaya yang cukup mahal, guru yang kurang bisa menerima metode baru, siswa yang kesulitan mengumpulkan informasi, serta ada kemungkinan siswa menjadi kurang aktif dalam pembelajaran berkelompok.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan beberapa pembahasan di atas, maka terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil mengenai sintaks pembelajaran RBL terintegrasi dengan pendekatan STEM. Hal tersebut yakni kerangka aktivitas pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEM: penerapan teknik pewarnaan graf sederhana untuk meningkatkan metaliterasi siswa dalam mengembangkan desain *wallpaper* dinding melalui tahapan satu sampai enam serta kegiatan pembelajarannya. Dalam hal ini juga terdapat pengembangan kerangka instrumen penilaian terkait metaliterasi peserta didik. Berpacu dari hasil penelitian, maka dapat dijadikan referensi lebih lanjut mengenai pengembangan perangkat serta analisis implementasi RBL-STEM di dalam pembelajaran dengan lebih mudah.

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 terima kasih atas dukungan dan bantuannya dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darmawahyuni, Aidilla. 2019. Bilangan Kromatik Lokasi dari Graf Ulat. UNAND. Vol. 5, No.1 Hal 1-6. ISSN : 2303-291X.
- [2] Fikri, Muhammad. 2011. Research Based Learning, Asah Kemampuan Praktis Mahasiswa ITB. <https://www.itb.ac.id/berita/detail/3211/research-based-learning-asah-kemampuan-praktis-mahasiswa-itb> diakses pada 10 April 2022 pukul 14.00 WIB.
- [3] Hendriani, Yeni. 2018. Pendidikan STEM, Outcome, dan Hambatan untuk Implementasinya. <http://p4tkipa.kemdikbud.go.id/blog/wp-content/uploads/2018/06/Artikel-STEM-YN.docx> diakses pada 09 April 2022 pukul 16.00 WIB.
- [4] Humaizah. R, Dafik, Dkk. 2022. *Research-Based Learning Activity with STEM Approach : Implementing Strong Domination Set Technique in Solving Highway CCTV Placement to Enhance Students' Metaliteracy*. Jember. Pancaran Pendidikan. Vol. 11, No. 1 Page 100. ISSN 0852-601X
- [5] Morrison, J. 2006. *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*. National Research Council (2010). *Preparing teachers: Building evidence for sound policy*. Washington, DC: National Academic Press.
- [6] Putra, Fadhlán. 2017. Implementasi Metode Pewarnaan Graf Menggunakan Algoritma Welch Powell untuk Simulasi Penerapan Frekuensi Radio di Jawa Timur. ITS. Jurnal Sains dan Seni ITS Vol. 6, No. 2. 2337-3520.
- [7] Sanders, M. 2009. STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20- 26.
- [8] Senie Destya, Isnanto Prasetyo, Rizky. Penyusunan Guideline Desain Pembelajaran Pada E-Learning Pembelajaran Al-Qur'an. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia. STMIK Amikom. Februari 2016
- [9] Sugihartini, Nyoman. 2018. ADDIE Sebagai Model Pengembangan Media Instruksional Edukatif Mata Kuliah Kurikulum Pengajaran. UNDIKSHA. Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Vol 15. No.2 Hal 277. E-ISSN : 2541-0652.

- [10] Thomas, S., Joseph, C., Laccetti, J., Mason, B., Mills, S., Perril, S., & Pullinger, K. (2007). Transliteracy: crossing divides. *First Monday*, 12(12). Retrieved from <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/2060>
- [11] Tsupros, N., Kohler, R., and Hallinen, J. (2009). *STEM education: A project to identify the missing components*, Intermediate Unit 1 and Carnegie Mellon, Pennsylvania.
- [12] Wena, Made. 2013. Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer. Jakarta : Bumi Aksara : Hal 147
- [13] White, D. 2014 What Is STEM Education and Why Is It Important? *Florida Association of Teacher Educators Journal* Volume 1 Number 14, pp: 1-9.
- [14] Widyastury, dkk. 2019. Penerapan Pewarnaan Graf menggunakan Algoritma Welch-Powell untuk Menentukan Jadwal Bimbingan Mahasiswa. *Jurnal Theorems* Vol 4. No. 1 Juli Hal 79-86.
- [15] Widyawati, T. D. (2010). Pembelajaran Berbasis Riset. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

TENTANG PENULIS



Penulis pertama bernama Fani Firmansyah, lahir di Situbondo, 11 November 1994. Pada tahun 2012 beliau lulus dari SMA Negeri 1 Asembagus kemudian melanjutkan kuliah di Universitas Airlangga jurusan S1 Matematika, Surabaya dan lulus pada tahun 2016. Pada tahun 2016 beliau bekerja di SMA Negeri 1 Asembagus sebagai guru matematika hingga saat ini. Beliau juga pernah mewakili Indonesia dalam ajang Sea Creative Camp ke 2 tahun 2018 yang diadakan oleh SEAMEO yang bertempat di Thailand.



Penulis kedua bernama Drs. Said Ripin Bukaryo, M.Si., lahir di Situbondo, 19 Juni 1966. Pada tahun 1990 melanjutkan kuliah di Universitas Jember Jurusan Pendidikan Matematika, dan lulus S2 pada tahun 2012 di Jurusan S2 Matematika. Pada tahun 1994 beliau bekerja di SMA Negeri 1 Umbul Sari, Jember dan pada tahun 2004 pindah ke SMA Negeri 1 Asembagus sebagai guru Matematika. Kemudian tahun 2016 ditugaskan sebagai kepala sekolah di SMA Negeri 1 Panji, dan pada tahun 2020 di mutasi ke SMA Negeri 1 Asembagus. Beliau lolos sebagai kepala sekolah untuk sekolah penggerak pada tahun 2022.



Penulis ketiga bernama Zainur Rasyid Ridlo dan dilahirkan di Situbondo pada tanggal 23 Mei 1988. Pada tahun 2006-2012 Beliau menempuh pendidikan tingkat S1 di Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Jember. Lalu pada tahun 2014-2016 Beliau menempuh pendidikan tingkat S2 di Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Jember. Setelah itu mulai tahun 2019 Beliau menjadi PNS di Universitas Jember, sebagai dosen di Jurusan MIPA hingga sekarang.
E-mail: zainur.fkip@unej.ac.id.



Penulis keempat bernama Ika Nur Maylisa dan dilahirkan di Tulungagung pada tanggal 6 Mei 1994. Pada tahun 2013 hingga 2017 Beliau menempuh pendidikan tingkat S1 di Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Jember. Lalu pada tahun 2018-2020 Beliau menempuh pendidikan tingkat S2 di Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Universitas Jember. Beliau menjadi pembantu peneliti di CGANT research group, Universitas Jember mulai tahun 2020 hingga sekarang.

E-mail: ikamaylisa46@gmail.com.



Penulis kelima dari buku monograf ini adalah Dafik. Penulis lahir di Situbondo, 02 Agustus 1968. Penulis menyelesaikan pendidikan tingkat strata I di Program Studi Matematika FKIP Universitas Jember dan mendapatkan gelar Doktorandus (Dr.) pada tahun 1992. Kemudian penulis melanjutkan studinya di UMIST (University of Manchester Institute of Science and Technology) Manchester, UK bidang keahlian komputasi numeric pada tahun 1996 dan berhasil meraih gelar Master of Science (M.Sc.) pada tahun 1998. Pada tahun 2004, penulis berkesempatan melanjutkan studinya ke program Doktor (S3) di School of Information and Technology and Mathematical Science, University of Ballarat, Victoria, Australia. Penulis dianugerahi gelar Doctor of Philosophy (Ph.D.) pada tahun 2007. Penulis kembali ke Universitas Negeri Jember sebagai dosen pendidikan matematika bidang di Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.

Email : d.dafik@unej.ac.id.