

BAB VI

KERANGKA AKTIVITAS PEMBELAJARAN BERBASIS RISET DENGAN PENDEKATAN STEM: PENERAPAN MATERI PEWARNAAN *GRACEFUL* DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR GENERALISASI MAHASISWA PADA PENYELESAIAN MASALAH PENEMPATAN MESIN ATM

M L Asy'ari^{1,4*}, Dafik^{2,3,4}, I M Tirta^{2,5}

¹*MA Bustanul Ulum, Lumajang, Indonesia*

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

³*CGANT Research Group, Universitas Jember, Indonesia*

⁴*CEREBEL Research Group, Universitas Jember, Indonesia*

⁵*Department of Mathematics, Universitas Jember, Indonesia*

1. PENDAHULUAN

Tuntutan dalam dunia pendidikan akan semakin tinggi, sejalan dengan perkembangan teknologi. Semakin tinggi tingkat perkembangan teknologi, akan semakin tinggi pula standarisasi pendidikan di Indonesia. Perkembangan teknologi dan informasi, khususnya yang terjadi di Indonesia terjadi sangat dinamis [1]. Matematika termasuk dari dasar perkembangan sebuah teknologi, matematika dapat menyelesaikan sebuah masalah dengan cara berpikir matematis, yang bisa diperoleh dalam pembelajaran di kelas. Menurut Suryana, untuk mencapai tujuan memperoleh keterampilan berpikir adalah mengembangkan program pendidikan yang berfokus pada pengembangan kemampuan berpikir [8]. Perlu dicermati bahwa dalam proses pembelajaran matematika, mahasiswa dilatih cara berpikir dan bernalar dalam menarik suatu kesimpulan melalui kegiatan penyelidikan, eksplorasi, eksperimen, menunjukkan kesamaan dan perbedaan.

Salah satu bagian terpenting dalam berpikir matematis adalah menalar dalam menarik kesimpulan. Mahasiswa akan lebih mudah berpikir secara matematis dengan cara melatih kemampuan menalar dalam menarik kesimpulan. Berpikir adalah kemampuan untuk membuat penalaran yang logis dan sistematis tentang fakta-fakta empiris yang dapat diamati untuk menarik kesimpulan dalam bentuk

pengetahuan [7]. Dalam proses berpikir, siswa menggabungkan apa yang telah mereka pelajari dengan apa yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam menalar mahasiswa harus menguasai keterampilan generalisasi. Menggeneralisasi adalah bagian dari penalaran induktif matematik, yaitu kemampuan mahasiswa dalam menarik sebuah kesimpulan dari sekumpulan asumsi yang bersifat khusus menjadi kesimpulan yang lebih umum. Ketika menarik kesimpulan (generalisasi), siswa dapat membuat asumsi berdasarkan pengamatan terhadap fakta tertentu, termasuk pola pertumbuhan dan pola berulang yang dinyatakan dalam bentuk angka atau gambar [3]. Mahasiswa harus menguasai keterampilan generalisasi, terutama dalam masalah kombinatorik dan teori graf. Teori graf adalah bagian dari matematika diskrit yang memiliki pola-pola graf yang berbeda. Dengan kemampuan generalisasi mahasiswa dapat dengan mudah memahami pola dari sebuah graf.

Generalisasi merupakan proses penarikan kesimpulan berdasarkan fakta dari situasi tertentu ke kesimpulan umum tentang pola atau aturan tertentu [2]. Indikator dari kemampuan generalisasi tersebut ada empat, yaitu: 1) *perception of generality* (mengenalkan aturan atau pola); 2) *expression of generality* (menggunakan hasil identifikasi pola); 3) *symbolic expression of generality* (menghasilkan sebuah aturan dan pola umum serta mampu memformulasikannya); 4) *manipulation of generality* (menggunakan hasil generalisasi untuk menyelesaikan masalah). Hal tersebut sangat sesuai dengan arah pembelajaran teori graf.

Mahasiswa harus menguasai keterampilan generalisasi untuk mengungkap pola-pola yang terdapat dalam graf. Dengan cara membiasakan diri terhadap graf-graf yang sudah diteliti sebelumnya, sehingga mahasiswa akan lebih mudah mengembangkan keterampilan generalisasi. Perlu adanya pengembangan model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan generalisasi mahasiswa, salah satunya adalah pengembangan model *Research Based Learning* (RBL).

Model yang cenderung dapat mengembangkan keterampilan generalisasi mahasiswa adalah model *Research Based Learning* (RBL). Penerapan RBL pada materi teori graf dinilai relevan karena konten materi ini terus menerus mengalami perkembangan berdasarkan hasil-hasil riset teori graf. Model RBL dapat dijadikan

sebagai jawaban untuk menghadapi tantangan abad 21, yang bisa disebut dengan lahirnya revolusi industri 4.0, sehingga pendidikan tinggi akan selalu memerlukan kebaruan literatur yang *relate* dengan situasi terkini. Pengembangan perangkat model RBL bisa didukung dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk lebih mempermudah mahasiswa mengembangkan keterampilan generalisasi.

STEM adalah kurikulum yang berfokus terhadap sains, teknologi, teknik, dan matematika. Pembelajaran berbasis STEM akan menciptakan karakter siswa yg sanggup mengenali sebuah konsep atau pengetahuan (*science*) dan menerapkan pengetahuan tadi menggunakan keterampilan (*technology*) yg dikuasainya untuk membentuk atau merancang suatu cara (*engineering*) menggunakan analisa dan menurut perhitungan data matematis (*math*) pada rangka memperoleh solusi atas penyelesaian sebuah perkara sebagai akibatnya pekerjaan insan sebagai lebih mudah.

Kemampuan berpikir kreatif matematis siswa setelah diterapkannya model *Project-Based Learning* dengan pendekatan STEM memperoleh peningkatan dibandingkan sebelum diterapkan pembelajaran dengan kategori tinggi dan respons yang diberikan siswa terhadap model *Project-Based Learning* dengan pendekatan STEM diperoleh rata-rata sebesar 67,3% yang berarti sikap yang diberikan siswa berada dalam kategori cukup baik [6]. Ditunjukkan pula dalam [5] bahwa hasil belajar siswa mengalami peningkatan yang tergolong sedang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penerapan model problem based learning dengan pendekatan STEM dapat mempengaruhi dan meningkatkan hasil belajar siswa. Berdasarkan uraian diatas, pendekatan STEM dapat mempengaruhi terhadap hasil belajar dan kemampuan berpikir siswa.

Teori graf adalah salah satu materi yang bisa diterapkan dengan pendekatan STEM, karena bisa diaplikasikan dalam empat elemen STEM. Dengan menggunakan teori graf dapat membantu dalam proses penelitian ini. Dalam penelitian ini memuat salah satu topik teori graf yaitu *graceful coloring* (pewarnaan *graceful*), dan diperlukan adanya perangkat pembelajaran yang memaksimalkan proses penelitian, sehingga dapat mengembangkan keterampilan generalisasi mahasiswa. Perangkat yang dibutuhkan dalam penelitian ini untuk menunjang

pengembangan model RBL-STEM adalah rencana pembelajaran semester (RPS), rencana tugas mahasiswa (RTM), lembar kerja mahasiswa (LKM), tes hasil belajar mahasiswa (THBM), dan monograf.

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. Setelah itu dikembangkan kerangka sintaksis integrasi RBL-STEM dalam menyelesaikan problematika STEM tersebut. Selanjutnya akan disajikan pula capaian pembelajaran dan tujuannya, kemudian termasuk pengembangan indikator dan sub indikator terkait dengan kemampuan generalisasi. Tahap selanjutnya adalah penelitian dilanjutkan dengan menguraikan peran dari empat elemen STEM dalam menyelesaikan problematika di atas. Saat tahap tersebut sudah selesai, barulah peneliti mendeskripsikan setiap tahapan RBL lengkap dengan aktivitas pembelajaran, dan yang paling akhir adalah melengkapi indikator dan sub indikator dari kemampuan generalisasi, termasuk di dalamnya adalah menunjukkan instrumen penilaiannya.

3. HASIL PENELITIAN

3.1. *Sintaksis Research Based Learning dengan Pendekatan STEM*

Sintaksis berikut ini mendeskripsikan RBL dengan pendekatan STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir generalisasi mahasiswa dalam permasalahan penempatan mesin ATM dengan bantuan space sintaks dalam *google maps* dan menggunakan pewarnaan *graceful*, dengan menginterpretasikan jalan sebagai titik dalam graf dan konektivitas antar jalan sebagai sisinya. Sintaksis ini dikembangkan berdasarkan sintaks yang diusulkan dalam [4]. Pada tahap awal sintaks RBL mahasiswa diminta untuk memahami masalah yang diajukan kemudian mahasiswa didorong untuk mengembangkan strategi pemecahan masalah, mahasiswa mengumpulkan informasi dan menemukan beberapa literatur yang relevan. Permasalahan yang disajikan tentang penempatan mesin

ATM dengan menggunakan konsep dasar pewarnaan *graceful* dapat dilihat pada Gambar 1.

Dalam penempatan mesin ATM akan diletakkan beberapa jenis mesin ATM, agar strategis dan efektif penempatannya harus dengan meminimalkan jenis-jenis ATM yang akan digunakan, setiap jalan ditempati satu jenis mesin ATM, dan setiap jalan yang berdekatan tidak ada jenis mesin ATM yang sama. Kita dapat menggunakan konsep pewarnaan *graceful* untuk menentukan berapa jenis mesin ATM yang dibutuhkan dan menentukan penempatannya.

SCIENCE Gambaran jalan dalam <i>google maps</i> dan deskripsi permasalahan tentang jumlah minimal jenis mesin ATM dan penempatannya	TECHNOLOGY Penggunaan teknologi <i>software</i> komputer dalam menggambar graf secara online (<i>geogebra, draw io</i> dll) dan secara offline (<i>corel draw, microsoft word, microsoft power point</i> dll)	ENGINEERING Penentuan penempatan mesin ATM dan jumlah minimal jenis mesin ATM dengan menggunakan konsep dasar pewarnaan <i>graceful</i>	MATHEMATIC Penggunaan perhitungan matematika dalam menentukan penempatan mesin ATM dengan konsep pewarnaan <i>graceful</i>
--	--	--	---

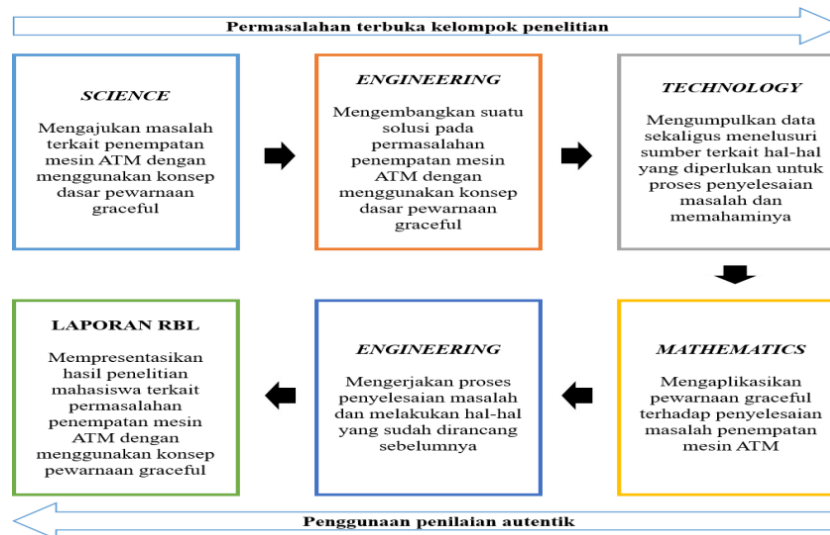
Gambar 1. Aspek STEM dalam permasalahan yang disajikan.

Hasil yang diharapkan dalam penelitian ini dari permasalahan yang disajikan yaitu jumlah minimal jenis mesin ATM dan penempatannya yang strategis (tidak ada jenis mesin ATM yang sama yang berdekatan) agar lebih efektif dalam penggunaannya. Oleh karena itu model RBL-STEM akan melakukan tahapan-tahapan sebagai berikut (1) permasalahan mendasar terkait dengan permasalahan penempatan mesin ATM dan jumlah jenis mesin ATM yang akan dibangun, (2) memperoleh terobosan baru dengan menggunakan pewarnaan *graceful*, (3) pengumpulan data terkait tipe data yang akan digunakan dalam penyelesaian masalah, (4) pengembangan penempatan mesin ATM dengan menggunakan konsep pewarnaan *graceful*, (5) uji coba penempatan mesin ATM yang telah dihasilkan, dan (6) pelaporan hasil penelitian dan observasi kemampuan berpikir generalisasi mahasiswa. Secara rinci *framework* integrasi RBL berbasis STEM ini dapat dilihat pada Gambar 2.

3.1.1. *Capaian dan Tujuan Pembelajaran Mahasiswa*

Capaian pembelajaran yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu mahasiswa dapat mengembangkan kajian tentang pewarnaan *graceful* dalam masalah

penempatan mesin ATM. Mahasiswa dapat menguji apakah hasil yang diperoleh dengan menggunakan konsep pewarnaan *graceful* dapat diuji secara umum. Mahasiswa juga dapat menguasai pewarnaan *graceful* dan menentukan bilangan kromatik pada suatu graf.



Gambar 2. Framework RBL-STEM.

Tujuan pembelajaran dalam penelitian ini yaitu pembelajaran berbasis penelitian dengan pendekatan STEM akan memungkinkan mahasiswa untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan di bidang *science* (sains), *technology* (teknologi), *engineering* (teknik), dan *mathematics* (matematika) berikut ini.

1. Science

Mahasiswa diharapkan untuk: a) Memahami masalah penempatan mesin ATM, b) Menganalisis banyaknya jenis ATM yang akan dibangun sehingga menjadi paling efektif.

2. Technology

Mahasiswa diharapkan untuk: a) Menggunakan browser web untuk mengidentifikasi konsep pewarnaan *graceful*, b) Menggunakan situs, *sciencedirect* dan lain-lain untuk menemukan studi terbaru terkait konsep pewarnaan *graceful*, dan c) Memanfaatkan *software* yang bisa digunakan menggambar untuk menggambar graf pada *google maps*.

3. Engineering

Mahasiswa diharapkan untuk: a) Mengembangkan teknik pewarnaan *graceful* dalam mengembangkan masalah penempatan mesin ATM, b) Menerapkan konsep pewarnaan *graceful* dari graf yang dihasilkan dari konversi suatu *maps* dalam mengembangkan masalah penempatan mesin ATM.

4. Mathematics

Mahasiswa diharapkan untuk: a) Mengembangkan pewarnaan titik dari pewarnaan *graceful* pada permasalahan penempatan mesin ATM, b) Menentukan bilangan kromatik pada graf tersebut untuk mengetahui berapa banyak jenis mesin ATM yang akan dibangun.

3.1.2. **Penempatan Mesin ATM dengan Menggunakan Pewarnaan Graceful**

1. Unsur Science

Tata ruang kota adalah salah satu penunjang keteraturan mobilitas, dengan tujuan membuat penataan ruang yang strategis, salah satunya adalah penataan tempat-tempat transaksi digital. Dalam revolusi industri 4.0 sudah jarang menggunakan transaksi *cash*, orang-orang lebih memilih menggunakan transaksi lewat mesin ATM dan *mobile banking*. Dalam masalah penempatan mesin ATM memerlukan teknik tata ruang untuk membuat tempat yang strategis, karena bermacam-macamnya bank yang digunakan oleh masyarakat. Misalkan kita menggunakan denah pusat perkotaan Lumajang yang diambil dari *street view google map*.

Untuk membuat tatanan kota bisa menggunakan *space syntax* dan menggunakan pewarnaan *graceful* pada graf yang dihasilkan. Sehingga dapat menentukan seberapa banyak jenis ATM yang dibutuhkan.

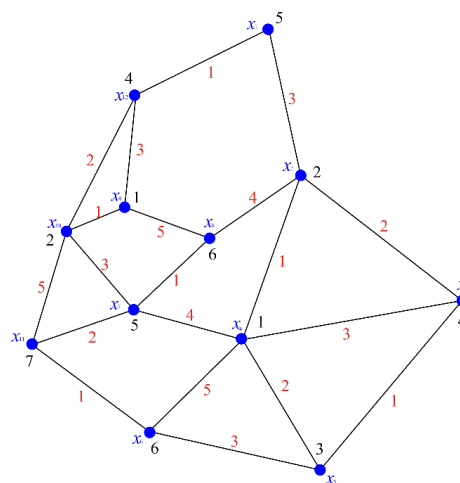
Permasalahan 1: Membuat titik-titik penempatan mesin ATM dengan merepresentasikan jalan sebagai titiknya, misalkan menggunakan *google maps* dari pusat kota Lumajang seperti pada Gambar 3 sehingga membentuk sebuah graf.

Permasalahan 2: Selanjutnya dilakukan pewarnaan *graceful* pada graf konversi, hingga didapatkan pewarnaan titik minimum atau disebut dengan bilangan kromatik *graceful* yang diartikan sebagai jumlah mesin ATM yang akan

dibutuhkan, dan pewarnaan sisi diartikan sebagai konektivitas antar jalan. Hasil pewarnaan *graceful* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Representasi graf dari peta kota yang diperoleh dari *google maps*.



Gambar 4. Ilustrasi pewarnaan *graceful* dari representasi graf peta kota.

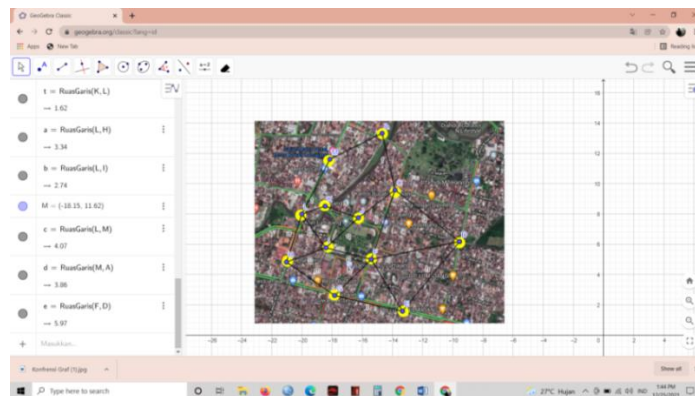
2. Unsur *Technology*

Penggunaan *Intrenet of Things* dalam unsur *technology* yaitu menggunakan *software* GeoGebra secara online untuk menggambar titik dan sisi yang merepresentasikan penempatan mesin ATM di setiap jalan. Untuk ilustrasi penggunaan *software* GeoGebra Classic 6 dalam menggambar titik dan sisi tersebut dapat dilihat pada Gambar 5. *Software* ini dapat diakses secara online dengan mengunjungi link berikut: <https://www.geogebra.org/classic?lang=id>, dengan memilih mode GeoGebra, dan atur ruang kerja dengan klik kanan dan atur mode sumbu dan kisi. Akhirnya mulailah menggambar titik dan sisi.

3. Unsur *Engineering*

Penggunaan konsep pewarnaan *graceful* termasuk dari unsur teknik untuk menyelesaikan permasalahan terkait penempatan mesin ATM, sehingga

memperoleh solusi untuk meminimalkan jenis mesin ATM, dan tidak ada mesin ATM yang berdekatan itu sejenis.



Gambar 5. Penggunaan geogebra dalam pembuatan graf.

4. Unsur *Mathematics*

Unsur matematika dalam menyelesaikan permasalahan terkait pewarnaan *graceful* antara lain perhitungan biaya pembangunan, penggunaan konsep barisan, pola bilangan serta fungsi titik dan sisi dalam menemukan teorema terkait bilangan kormatik *graceful*, dan terakhir dalam pembuktian bahwa pewarnaan *graceful* yang ditemukan adalah bilangan kromatik *graceful*nya. Dan logika matematika yang digunakan adalah dalam membuktikan batas bawah atau lemma dari pewarnaan *graceful* yang telah ditemukan.

3.1.3. ***Research based learning dengan pendekatan STEM dalam masalah penempatan mesin ATM***

Pada bagian ini akan dibahas enam tahapan model pembelajaran berbasis penelitian dengan pendekatan STEM secara rinci. Semua tahapan tersebut akan menggambarkan bagaimana mahasiswa dalam proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran berbasis penelitian dengan pendekatan STEM tentang penggunaan konsep pewarnaan *graceful* dalam meningkatkan keterampilan berpikir generalisasi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah penempatan mesin ATM.

1. Tahap pertama mengajukan masalah mendasar terkait dengan penempatan mesin ATM. Ini harus dirancang secara efektif untuk mendapatkan titik yang strategis dalam penempatan mesin ATM sehingga tidak ada jenis mesin yang sama berdekatan, dan juga mendapatkan jumlah minimum jenis ATM karena

terbatasnya jenis ATM yang akan dibangun. Berikut akan dijelaskan lebih rinci pada Tabel 1.

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

Tahap 1	Kegiatan Pembelajaran
Mengajukan masalah terkait penempatan mesin ATM dengan menggunakan konsep pewarnaan <i>graceful</i>	a. Dosen bertanya kepada mahasiswa apakah mereka pernah melihat proses penempatan mesin ATM atau penataan ruang sarana pemerintah lainnya.
	b. Dosen menunjukkan kepada mahasiswa tentang penataan ruang sarana pemerintah dan menanyakan apakah mereka dapat mengembangkan penempatan suatu sarana pemerintah sendiri atau tidak.
	c. Mahasiswa bekerja mengembangkan dasar konstruksi penempatan sarana pemerintah dan mencoba menganalisis bagaimana mendapatkan tata ruang yang strategis dalam penempatan suatu bangunan
	d. Mahasiswa mulai melakukan diskusi kelompok

2. Tahap ke-dua mengembangkan terobosan-terobosan terkait aplikasi pewarnaan *graceful* untuk meningkatkan keterampilan berpikir generalisasi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah penempatan mesin ATM. Dosen meminta mahasiswa untuk mengidentifikasi beberapa graf yang menggunakan kajian pewarnaan *graceful*. Untuk lebih jelasnya lihat Tabel 2.

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

Tahap 2	Kegiatan Pembelajaran
Mengembangkan suatu solusi pada permasalahan penempatan mesin ATM dengan menggunakan konsep pewarnaan <i>graceful</i>	a. Dosen membimbing mahasiswa untuk mendiskusikan terobosan bagaimana menyelesaikan permasalahan penempatan mesin ATM dengan menggunakan konsep pewarnaan <i>graceful</i>
	b. Dosen menjelaskan kepada mahasiswa cara dalam menentukan tata letak ruang sarana umum dengan menggunakan representasi graf sembarang

Tahap 2	Kegiatan Pembelajaran
	c. Mahasiswa diminta untuk menemukan pewarnaan <i>graceful</i> suatu graf sembarang pada penentuan tata letak suatu bangunan sarana umum yang sederhana.

3. Tahap ketiga menggunakan *software* online atau offline untuk membuat sebuah graf yang merepresentasikan jalan sebagai titik dari graf, lihat Tabel 3 untuk lebih jelasnya.

Tabel 3. 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	a. Mahasiswa dibimbing oleh dosen untuk mendownload dan mencoba menggunakan <i>software</i> untuk membuat graf b. Pengumpulan data terkait pewarnaan <i>graceful</i> dengan menelusuri jurnal/artikel ilmiah melalui <i>research gates</i> atau saluran perpustakaan online lainnya c. Mahasiswa dapat menggunakan ensiklopedia (<i>Google Shcolar</i>), <i>research gates</i> (<i>orcid</i>, <i>mendeley</i>), <i>research profile sites</i> (<i>scopus</i>, <i>publons</i>), <i>cloud storage</i> (<i>slideshare</i>, <i>Linkedin</i>, <i>MOOCs</i>), <i>cloud meeting</i> (<i>Google Meet</i>, <i>Zoom</i>, <i>Cisco Webex</i>) untuk menemukan penelitian tentang dengan pewarnaan <i>graceful</i> d. Mengembangkan tata letak ruang suatu bangunan dalam bentuk graf dengan menggunakan <i>software</i> <i>Geogebra</i> dalam mode <i>GeoGebra classic</i>

4. Tahap keempat adalah pembangunan teorema bilangan kromatik *graceful* pada graf-graf yang belum ditemukan sebelumnya seperti pada Tabel 4.

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

Tahap 4	Kegiatan Pembelajaran
Mahasiswa membangun teorema terkait pewarnaan <i>graceful</i> dari suatu graf, dan mengidentifikasi setiap pewarnaan titik dan sisinya	a. Mahasiswa menentukan graf dan memberi notasi b. Mahasiswa mencoba mengekskan graf

Tahap 4	Kegiatan Pembelajaran
	c. Mahasiswa menentukan kardinalitas titik dan sisinya
	d. Mahasiswa menggambar kardinalitas dari graf digunakan
	e. Mahasiswa melakukan pewarnaan titik dan sisinya sesuai dengan definisi pewarnaan <i>graceful</i>
	f. Mahasiswa menentukan bilangan kromatik <i>graceful</i>
	g. Mahasiswa membuat tabel untuk menentukan pola dari bilangan kromatik <i>gracefulnya</i>

5. Tahap kelima adalah pembuktian akurasi teorema bilangan kromatik *graceful* yang telah dibangun sebelumnya.

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

Tahap 5	Kegiatan Pembelajaran
Mahasiswa membuktikan akurasi dari teorema bilangan kromatik <i>graceful</i> yang telah diperolehnya	a. Mahasiswa mengidentifikasi himpunan titik, himpunan sisi, order dan size dari graf yang dipilih.
	b. Mahasiswa membuktikan batas atas fungsi pewarnaan titik dan fungsi pewarnaan sisi
	c. Mahasiswa membuktikan batas bawah dari teorema yang sudah ditemukan sebelumnya
	d. Mahasiswa menulis teorema yang sudah dibuktikan

6. Tahap keenam dilakukan oleh mahasiswa untuk melakukan presentasi hasil penelitian terkait penggunaan pewarnaan *graceful* untuk menentukan penempatan mesin ATM. Dalam hal ini, mahasiswa akan mengikuti *focus group discussion* (FGD), sehingga peneliti dapat mengamati keterampilan berpikir generalisasi mahasiswa. Untuk lebih jelasnya lihat Tabel 6.

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

Tahap 6	Kegiatan Pembelajaran
Mahasiswa mempresentasikan hasil penelitian terkait permasalahan penempatan mesin ATM dengan menggunakan konsep pewarnaan <i>graceful</i>	a. Mahasiswa mengembangkan laporan penelitian tentang penggunaan pewarnaan <i>graceful</i> untuk menentukan penempatan mesin ATM
	b. Mahasiswa melakukan presentasi di

Tahap 6	Kegiatan Pembelajaran
	depan kelas untuk melakukan <i>focus group discussion</i>
	c. Dosen mengevaluasi dan mengklarifikasi semua hasil kegiatan penelitian mahasiswa.
	d. Dosen melakukan observasi terhadap keterampilan berpikir generalisasi mahasiswa dengan menggunakan lembar observasi

3.1.4. Kerangka Instrumen Penilaian Kemampuan Generalisasi Mahasiswa

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

Table 7. Kerangka instrumen penilaian kemampuan generalisasi.

Indikator	Sub-Indikator	Materi Uji
<i>Perseption of generality</i>	- Mengenali aturan atau pola masalah - Mempersepsikan pola masalah	- Jelaskan mengapa dibutuhkan aturan atau pola penempatan mesin ATM - Persepsikan pola penempatan mesin ATM yang mungkin
<i>Expression of generality</i>	- Menggunakan hasil identifikasi aturan atau pola - Menguraikan aturan atau pola	Identifikasi pola untuk menemukan pengaplikasian pewarnaan <i>graceful</i>
<i>Symbolic expression of generality</i>	- Menghasilkan sebuah aturan atau pola - Memformulasikan keumuman secara numeric dan verbal	Formulasikan hasil generalisasi pola pewarnaan <i>graceful</i>
<i>Manipulation of generality</i>	- Menggunakan hasil generalisasi - Menerapkan aturan atau pola dari permasalahan	Gunakan hasil generalisasi pola pewarnaan <i>graceful</i> yang diperoleh untuk menyelesaikan masalah penempatan mesin ATM

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 mahasiswa, 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 kemampuan generalisasi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah penempatan mesin ATM dengan menggunakan materi pewarnaan *graceful* pada graf. Kelima: Tahap evaluasi merupakan kegiatan refleksi untuk menilai apakah penerapan materi pembelajaran model RBL dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan generalisasi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah penempatan mesin ATM dengan menggunakan materi pewarnaan *graceful* pada graf. Pada tahap ini, penggunaan statistik inferensial sangat dibutuhkan.

4. PEMBAHASAN

Pengembangan kerangka kerja kegiatan pembelajaran RBL-STEM dalam menyelesaikan masalah penempatan mesin ATM dengan menggunakan materi pewarnaan *graceful* dari graf untuk meningkatkan kemampuan generalisasi mahasiswa 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 RBL-STEM dengan model pengembangan ADDIE, (2) Menganalisis implementasi materi pembelajaran RBL-STEM dalam meningkatkan kemampuan generalisasi mahasiswa untuk menyelesaikan masalah penempatan mesin ATM dengan menggunakan materi pewarnaan *graceful* pada graf. Kerangka kegiatan pembelajaran kombinasi RBL-STEM sangat efektif dalam mewujudkan kemampuan generalisasi mahasiswa apabila diterapkan dalam kelas

pembelajaran, hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dipaparkan pada [3].

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 pewarnaan *graceful* dalam penyelesaian masalah penempatan mesin ATM untuk meningkatkan kemampuan generalisasi mahasiswa yang berupa tahapan 1-6 dan kegiatan pembelajarannya. Termasuk dalam hasil penelitian ini adalah mengembangkan kerangka instrumen tes terkait dengan kemampuan generalisasi mahasiswa. 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] Cholik, C. A. 2017. Pemanfaatan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Untuk Meningkatkan Pendidikan di Indonesia. *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 2(6), 21-30.
- [2] Dwirahayu, G., Kustiawati, D., & Bidari, I. 2018. Pengaruh habits of mind terhadap kemampuan generalisasi matematis. *JPPM (Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Matematika)*, 11(2).
- [3] Ervani R S R, Tirta I M. 2021. The analysis of the implementation of problem-based learning students' generalization skills in obtaining the resolving total domination number. *In Journal of Physics: Conference Series* p. 012060.
- [4] Gita R.S.D, Waluyo J. 2021 On the shrimp skin chitosan STEM education research-based learning activities: obtaining an alternative natural

preservative for processed meat. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 747 p. 012123.

- [5] Maulidia A, Lesmono A D, Supriadi B. 2019. Inovasi Pembelajaran Fisika Melalui Penerapan Model PBL (Problem Based Learning) dengan Pendekatan STEM Education Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Elastisitas dan Hukum Hooke di SMA. *Fkip E-Proceeding*, 4(1), 185-190.
- [6] Octaviyani I, Kusumah Y S, Hasanah A. 2020. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Melalui Model Project-Based Learning Dengan Pendekatan Stem. *Journal on Mathematics Education Research*, 1(1), 10-14.
- [7] Perta P A, Ansori I, Karyadi B. 2017. Peningkatan aktivitas dan kemampuan menalar siswa melalui model pembelajaran siklus belajar 5E. *Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 1(1), 72-81.
- [8] Suryana A. 2012. *Kemampuan berpikir matematis tingkat lanjut (advanced mathematical thinking) dalam mata kuliah statistika matematika 1*. Yogyakarta: UNY.

TENTANG PENULIS



Penulis 1 bernama Muhammad Lutfi Asy'ari di lahirkan di Lumajang pada tanggal 16 Januari 1997. Penulis menyelesaikan pendidikan formalnya di MI Nurul Islam Banyuputih Kidul hingga tahun 2009. Kemudian melanjutkan ke MTs Modern Hidayatul Hasan Lumajang hingga tahun 2011, dan mengenyam pendidikan di MA Bustanul Ulum Banyuputih kidul hingga tahun 2014. Kemudian Melanjutkan ke STKIP PGRI Lumajang prodi Matematika di angkatan 2014 dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun 2020 penulis berkesempatan melanjutkan studinya di Program Studi Magister Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember.



Penulis 2 bernama DAFIK dilahirkan pada tanggal 2 Agustus 1968 di Situbondo Pendidikan sekolah dasar sampai dengan sekolah menengah diselesaikan di Situbondo. Kemudian menyelesaikan program sarjana Pendidikan Matematika pada tahun 1992 di FKIP Universitas Jember dan diangkat menjadi dosen program studi pendidikan Matematika sejak tahun 1992 sampai sekarang. Gelar Master diperoleh dari *University of Manchester Institute of Science and Technology* (UMIST) UK Inggris tahun 1998 bidang Numerical Computation, sedangkan Gelar Doktornya diperoleh dari *School of Information and Technology and Mathematical Science* (ITMS) University of Ballarat, Australia tahun 2007 dalam bidang Matematika: Kombinatorika dan Teori Graf. Sejak Agustus 2013 beliau mendapatkan gelar Profesor dalam bidang Matematika Diskrit.



Penulis 3 bernama I Made Tirta. Penulis lahir di Bali, 20 Desember 1959. Penulis menyelesaikan pendidikan tingkat strata I di Universitas Udayana pada tahun 1984. Kemudian penulis melanjutkan studinya di The University of New England dan mendapatkan gelar Doctor of Philosophy (Ph.D) pada tahun 2001. Beliau sekarang menjadi dosen di Jurusan Matematika Universitas Jember dengan jabatan fungsional sebagai Guru Besar dan menekuni bidang Matematika Statistik, khususnya program *R-shiny*.

