

BAB V

KERANGKA AKTIVITAS PEMBELAJARAN BERBASIS RISET DENGAN PENDEKATAN STEM: PENGGUNAAN SOFTWARE BERBASIS ANDROID UNTUK MENINGKATKAN METALITERASI SISWA DALAM MENDESAIN MOTIF BATIK KHAS SITUBONDO MENGGUNAKAN KONSEP GEOMETRI TRANSFORMASI DAN PEWARNA ALAMI

Umaisaroh^{1*}, S R Supandi¹, I H Agustin^{2,3}, I N Maylisa², Dafik^{2,4,5}

¹ Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Panji, Situbondo, Indonesia

² CGANT Research Group, Universitas Jember, Indonesia

³ Department of Mathematics, Universitas Jember, Indonesia

⁴ Department of Maths Education Postgraduate, Universitas Jember, Indonesia

⁵ CEREBEL Research Group, Universitas Jember, Indonesia

1. PENDAHULUAN

Membangun pendidikan berorientasi mutu bagi bangsa Indonesia, selain merupakan amanat konstitusi, juga menjadi sebuah keharusan dalam menghadapi tuntutan global yang mensyaratkan tampil dan berperannya manusia-manusia berkualitas serta mampu menunjukkan eksistensi dan integrasinya di tengah-tengah persaingan yang semakin ketat di kancah internasional. Pendidikan abad 21 harus berorientasi pada ilmu pengetahuan matematika dan sains alam disertai sains sosial dan kemanusiaan. Pendidikan membangun sikap keilmuan yaitu kritis, logis, analitis, kreatif dan mampu beradaptasi. Pada setiap jenjang pendidikan perlu ditanamkan jiwa kemandirian [8].

Disrupsi Kompetensi Teknologi 4.0 menghasilkan kompetensi baru sekaligus mendisrupsi kompetensi lama yang tak lagi relevan. Hal ini dibutuhkan pendidikan dengan pendekatan yang dapat membekali siswa dengan kompetensi yang sesuai dengan eranya. Menjawab hal ini pemerintah berusaha menerapkan pendekatan STEM dalam pembelajaran. STEM adalah penggabungan dua atau lebih bidang ilmu atau antara bidang ilmu yang terdapat pada STEM dalam suatu pendekatan pada proses pembelajaran dengan satu atau lebih mata pelajaran

sekolah lainnya [3]. Sedangkan menurut [4,7] STEM merupakan suatu pendekatan interdisipliner yang ada dalam proses belajar dimana terdapat penggabungan pelajaran dunia nyata dengan konsep akademis yang ketat. Dengan pendekatan STEM, individu dapat bersaing secara global untuk menghadapi perubahan atau kemajuan yang lebih kompleks. Belajar dengan pendekatan STEM ini sebenarnya mampu melatih siswa untuk dapat berkomunikasi, berkolaborasi, kritis berpikir dan menyelesaikan masalah, serta kreatifitas dan inovasi sehingga peserta didik akan mampu untuk menghadapi tantangan global.

Seperti kita ketahui bersama, kondisi dunia pendidikan saat ini sudah jauh berubah dan membutuhkan sebuah lompatan lebih jauh lagi untuk mengikuti perkembangan jaman. Tuntutan perubahan pembelajaran sudah tidak bisa lagi dielakkan untuk mengikuti pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Pembelajaran pola lama sudah harus kita tinggalkan seiring perkembangan dunia teknologi baik dibidang sains maupun teknologi untuk mengikuti zaman yang semakin berkembang kearah kemajuan sains dan teknologi.

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) saat ini menjadi alternative pembelajaran yang dapat membangun generasi yang mampu menghadapi abad 21 yang penuh tantangan. Pembelajaran berbasis STEM dapat dikemas dalam model pembelajaran kooperatif, PBL, dan pembelajaran lainnya. Membangun penguasaan konten harus dilakukan melalui proses memberikan keterampilan (*skills*), yang dilandasi dengan sikap, karakter, dan kebiasaan yang baik. Akhir dari suatu proses pendidikan pada dasarnya adalah menanamkan kepribadian. Indonesia memiliki grand design dalam pendidikan karakter ini sejak nenek moyang kita, yaitu olah hati (*spiritual and emotional development*), olah pikir (*intellectual development*), olah raga (*physical and kinesthetic development*) dan olah karsa (*affective and creative development*) [8]. Penerapan STEM dalam pembelajaran dapat mendorong peserta didik untuk mendesain, mengembangkan dan memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif, afektif, serta mengaplikasikan pengetahuan. Pembelajaran berbasis STEM dapat melatih siswa dalam menerapkan pengetahuannya untuk membuat desain sebagai bentuk pemecahan

masalah terkait lingkungan dengan memanfaatkan teknologi. Lebih jauh [TRI Mulyani] mengatakan STEM merupakan sebuah jembatan (*bridge*) yang menghubungkan antara institusi pendidikan (*school*) dengan dunia yang sebenarnya (*real world*). Suatu dunia di masa mendatang yang memiliki ketergantungan akan teknologi canggih seperti: drone, robotika, otomasi industri, smartphone, IoT (*Internet of Things*) dan seterusnya.

Dari hasil penelitian sebelumnya STEM telah banyak diterapkan dalam pembelajaran. Situasi ini ditunjukkan oleh hasil penelitian yang mengungkapkan bahwa penerapan STEM dapat meningkatkan prestasi akademik dan non akademik peserta didik [9].

Belajar dengan menggunakan pendekatan STEM sangat penting, karena memberikan pelatihan kepada peserta didik untuk dapat mengintegrasikan setiap aspek sekaligus. Proses pembelajaran yang melibatkan empat aspek akan membentuk pengetahuan subyek yang sedang dipelajari lebih komprehensif. Dalam pembelajaran fisika, STEM membantu peserta didik untuk menggunakan teknologi dan mengumpulkan eksperimen yang dapat membuktikan hukum atau konsep sains. Kesimpulan ini didukung oleh data yang dikelola secara matematis [10].

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya telah ditemukan bahwa modul menggunakan pendekatan STEM dapat meningkatkan kompetensi sikap, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan siswa dan meningkatkan minat siswa dalam sains dan matematika, serta mendukung keberhasilan siswa kemudian dibidang pekerjaan yang terkait dengan STEM [8]

Merujuk pada hasil PISA (*Programme for International Student Assessment*) terakhir tahun 2015, menempatkan kemampuan matematika pelajar Indonesia berada di peringkat 63 dari 72 negara. Mendikbud menilai pentingnya mengembangkan metode yang menyenangkan dalam mempelajari matematika, sebagai upaya untuk meningkatkan kemampuan kreatifitas guru dalam menciptakan sebuah pembelajaran yang efektif di kelas [11].

Matematika adalah ilmu yang menghubungkan antara besaran, angka dan ruang yang hanya membutuhkan argumen logis tanpa atau disertai dengan bukti empiris. Masing-masing aspek STEM jika diintegrasikan akan membantu peserta

didik menyelesaikan suatu masalah secara jauh lebih komprehensif. Pengintegrasian seluruh aspek ini kedalam proses pembelajaran, akan membuat pengetahuan menjadi lebih bermakna [8].

Melalui pembelajaran STEM di kelas matematika, siswa akan lebih termotivasi untuk belajar terutama menekankan pada penggunaan teknologi. Guru dan siswa dituntut untuk mengenal dan mencari tahu teknologi-teknologi apa saja yang bisa digunakan untuk menyelesaikan suatu proyek. Di sisi lain, tujuan Pendidikan STEM menurut [12] adalah peserta didik yang melek STEM, diharapkan dapat mempunyai pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam kehidupannya, menjelaskan fenomena alam, mendesain serta menarik kesimpulan berdasar bukti mengenai isu terkait STEM.

Permasalahan STEM dalam penelitian ini yaitu tentang mendesain motif batik dengan menggunakan berbagai aplikasi pada perangkat software android serta konsep geometri melalui transformasi titik, garis, atau bidang datar seperti lingkaran, elips, segiempat atau motif lain melalui *translasi* (pergeseran), *rotasi* (perputaran), *refleksi* (pencerminan) atau *dilatasi* (perkalian). Sehingga motif-motif yang tercipta dari pola tertentu dapat menghasilkan karya dengan motif yang bagus dan menarik pada batik khas Situbondo, ditambah dengan penggunaan pewarna alami yang mengurangi dampak negatif berupa limbah yang merusak lingkungan.

Dalam kaitannya dengan pembelajaran yang efektif, pemerintah mengembangkan pola pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (student centered learning) dimana peserta didik sebagai subyek belajar. Tujuan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik yaitu supaya peserta didik lebih aktif dalam pembelajaran baik di dalam kelas maupun di luar kelas dan juga dapat menyerap dan menerapkan apa saja yang dipelajarinya. Berbagai macam model pembelajaran dikenalkan oleh pemerintah kepada pendidik, salah satunya yaitu pembelajaran berbasis riset yang merupakan salah satu metode SCL (student centere learning) yang mengintegrasikan riset dalam proses pembelajaran [6].

Model pembelajaran berbasis riset telah banyak diteliti, diantaranya yaitu [5] yang menganalisis pengaruh pembelajaran berbasis riset terhadap

keterampilan *conjecturing* siswa, dan [1] menerapkan pembelajaran berbasis riset untuk menganalisis keterampilan berpikir kombinatorial siswa. Pembelajaran berbasis *research* ini sangat efektif digunakan pada saat pembelajaran matematika karena menerapkan *student centered learning* dan menjadikan siswa lebih mengoptimalkan belajar melalui berbagai macam sumber belajar dan menjadikan siswa lebih mandiri.

Di dalam matematika, geometri merupakan ilmu yang menerangkan mengenai sifat-sifat garis, sudut, bidang, dan ruang. Sedangkan, transformasi dapat diartikan sebagai perubahan rupa. Transformasi majemuk yang memuat lebih dari satu transformasi yang dilakukan secara berurutan disebut dengan komposisi transformasi. Dalam kehidupan sehari-hari, prinsip transformasi geometri sering digunakan dalam pembuatan bidang seni dan arsitektur. Misalnya pola batik, anyaman bambu, mosaik (hiasan dinding). Transformasi geometri adalah suatu proses perubahan bentuk dan letak suatu bangun geometri dari posisi awal ke posisi lain. Hal tersebut dinotasikan dengan posisi awal (x, y) menuju ke posisi lain (x', y') . Transformasi geometri inilah yang akan menjadi riset dalam penelitian ini.

Pemahaman konsep peserta didik pada materi transformasi geometri dengan bantuan geogebra memerlukan suatu keterampilan yang cukup komplis dan memanfaatkan *Internet of Things* sesuai dengan industri abad-21, keterampilan tersebut yaitu keterampilan metaliterasi siswa. Keterampilan metaliterasi terbagi atas empat domain, yaitu perilaku, kognitif, afektif, dan metakognitif. Keempat domain ini harus dimiliki siswa supaya siswa dapat memecahkan permasalahan dalam materi transformasi geometri dan juga meningkatkan keterampilan metaliterasinya.

Kemampuan metaliterasi tersebut terdiri dari enam indikator, yaitu: 1) *produce* (memproduksi); 2) *incorporate* (menyisipkan); 3) *use* (menggunakan); 4) *participate* (partisipasi); 5) *share* (membagi); dan 6) *collaborate* (bekerja sama). Tidak hanya keterampilan metaliterasi saja yang harus dikembangkan, tetapi pendidik juga harus merancang sebuah perangkat pembelajaran yang dapat menunjang keberhasilan suatu pembelajaran. Perangkat pembelajaran yang dapat dikembangkan dalam pembelajaran berbasis riset diantaranya yaitu (1)

Silabus, (2) Rencana Program Semester (RPS), (3) Rancangan Tugas Siswa (RTS), (4) Lembar Kerja Siswa (LKS) yang berisi tugas, petunjuk, dan langkah pengerjaan, (5) Tes Hasil Belajar (THB) yang berisi *pre-test* dan *post-test*, dan (6) monograf yang berisi pembahasan suatu topik tertentu.

2. METODE PENELITIAN

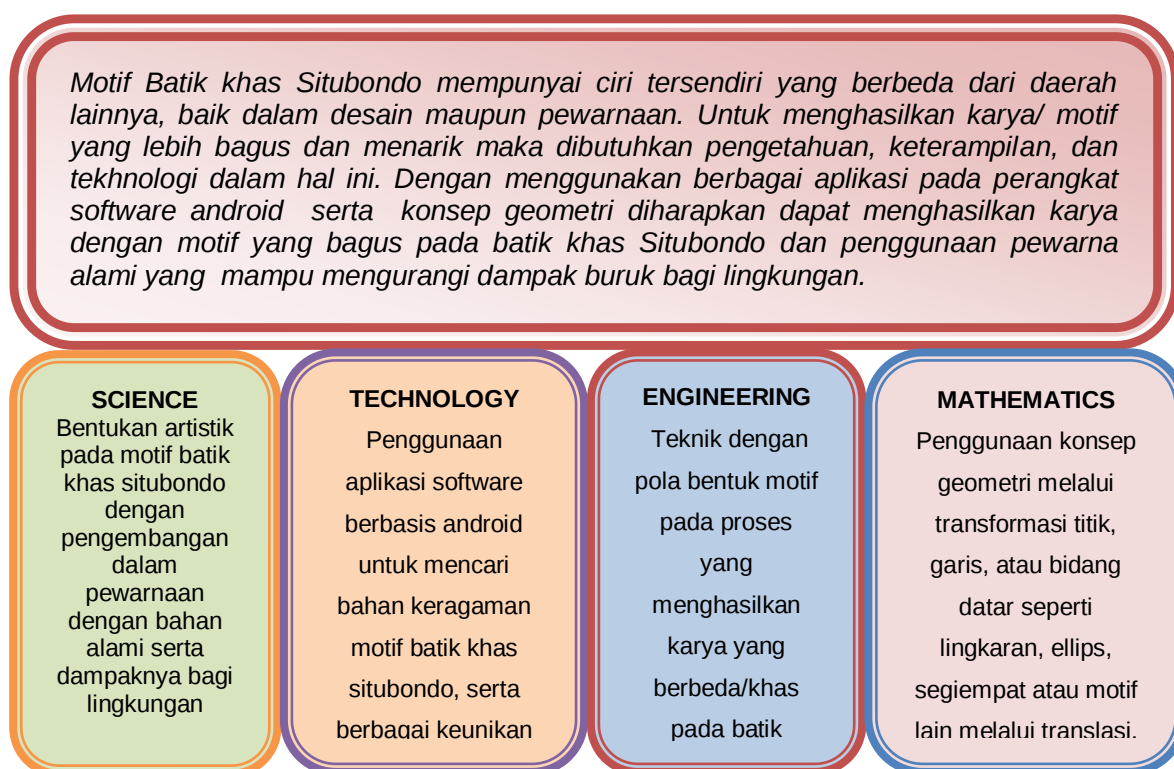
Jenis penelitian ini adalah metode kualitatif naratif. Penelitian ini dimulai dari mengumpulkan beberapa literatur untuk direview terkait RBL dan STEM. Termasuk juga eksplorasi terkait dengan problematika STEM. Kemudian dikembangkanlah kerangka sintaksis integrasi RBL-STEM dalam menyelesaikan problematika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

3. HASIL PENELITIAN

3.1. *Sintaksis Pembelajaran Berbasis Riset (PBR) dengan Pendekatan STEM*

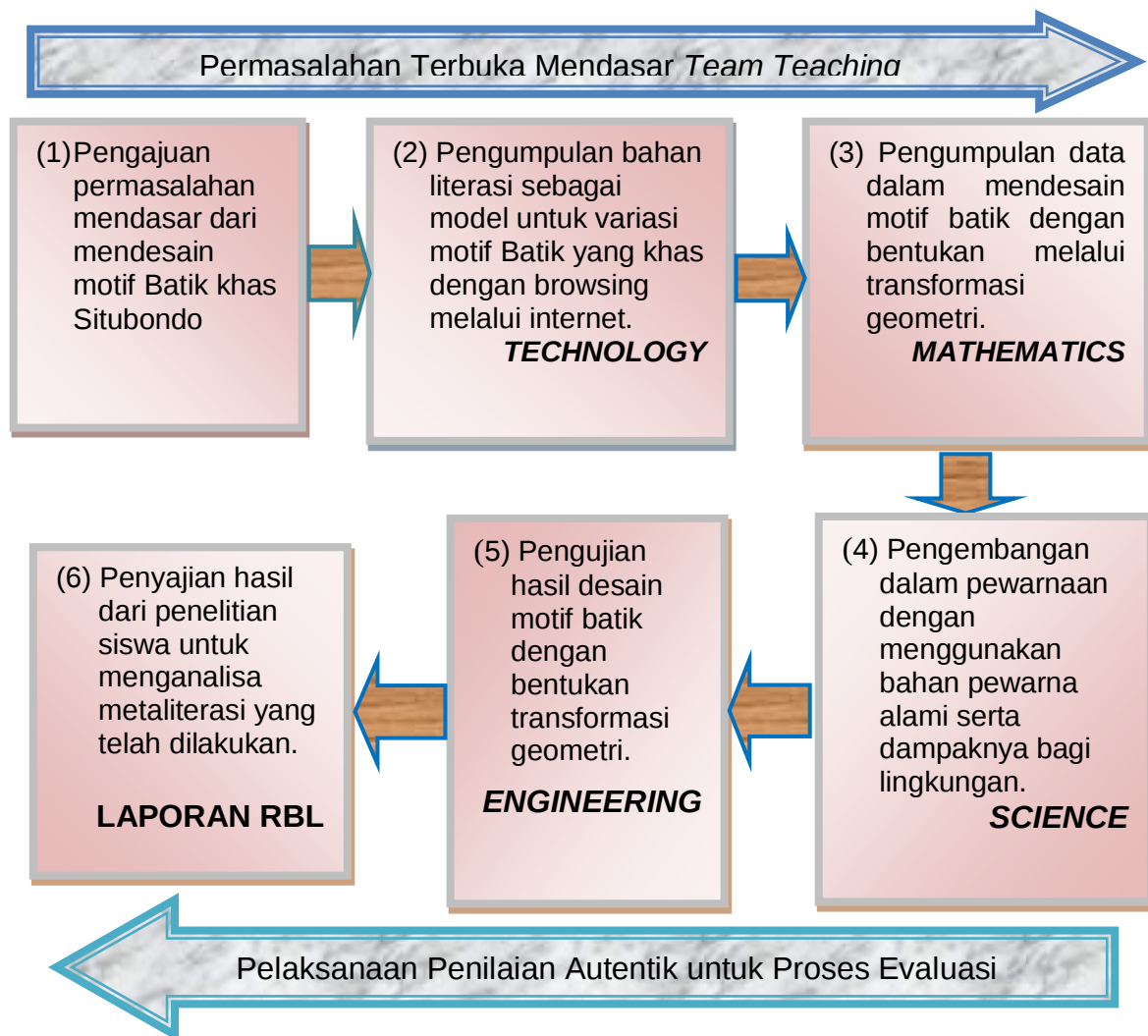
Keindahan Batik dapat dinikmati dari bentuk-bentuk artistik yang dituangkan pada lembaran sebuah kain. Bila diamati secara seksama, dalam bentuk-bentuk batik sesungguhnya terdapat sifat-sifat keteraturan yang berirama atau berpola. Beberapa bentuk keteraturan pada batik merupakan bentukan transformasi geometri. Untuk meningkatkan metaliterasi siswa dalam Penggunaan Software Berbasis Android dalam mendesain motif batik khas situbondo dengan Konsep Geometri Transformasi dan penggunaan Pewarna Alami, maka penelitian ini akan menyajikan penerapan integrasi model pembelajaran RBL dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering* dan *Mathematics*). Kerangka kerja dikembangkan berdasarkan sintaks yang diusulkan dalam [2]. Pengajuan masalah

yang timbul dari kelompok penelitian masalah terbuka menjadi tahap awal sintaks RBL yang tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Permasalahan STEM dalam mendesain motif batik khas Situbondo.

Untuk menghasilkan bentuk-bentuk artistik dari pola yang diterapkan dalam mendesain motif batik ini, kami menyusun beberapa langkah sebagai Kerangka Kerja model RBL integrasi STEM. Tahapan-tahapan yang tersusun dari Model RBL–STEM ini tersusun sebagai berikut. Tahap pertama merupakan permasalahan mendasar dari mendesain motif Batik khas Situbondo. Tahap kedua adalah mengumpulkan bahan literasi sebagai model untuk variasi motif. Tahap ketiga adalah pengumpulan data dalam mendesain motif batik dengan bentukan melalui transformasi geometri. Tahap keempat adalah tahap pengembangan dalam pewarnaan dengan bahan alami serta dampaknya bagi lingkungan. Sedangkan tahap kelima adalah tahap pengujian hasil desain motif batik. Dan tahap keenam yang merupakan tahap terakhir yakni laporan dari penelitian dan observasi metaliterasi siswa. Secara rinci kerangka kerja integrasi RBL–STEM dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kerangka RBL – STEM mendesain motif batik khas Situbondo.

3.1.1. *Capaian dan Tujuan Pembelajaran Mahasiswa*

Capaian pembelajaran yang diharapkan yaitu siswa dapat mendesain motif batik dengan bentukan menggunakan konsep geometri melalui transformasi titik, garis, atau bidang datar seperti lingkaran, elips, segiempat atau motif lain melalui translasi (pergeseran), rotasi (perputaran), refleksi (pencerminan) atau dilatasi (perkalian) dan siswa juga dapat menguji secara analitik dalam perpaduan warna yang menggunakan bahan pewarna alami dan pewarna buatan (sintetis) serta dampaknya bagi lingkungan.

Tujuan pembelajaran berbasis penelitian dengan pendekatan STEM ini akan memungkinkan siswa untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan di

bidang sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Penjabaran unsur STEM dapat dijelaskan sebagai berikut :

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

- Memperoleh pengetahuan tentang pemakaian bahan pewarna alami dan pewarna buatan (sintetis) serta dampaknya bagi lingkungan.
- Menggunakan browser web untuk mengidentifikasi konsep untuk pemilihan warna serta pencampuran warna dengan menggunakan pewarna alami dalam menghasilkan warna motif Batik yang beragam dan sesuai.
- Memperoleh pengetahuan terkait konsep geometri transformasi.
- Menganalisis strategi bisnis dalam pembuatan batik khas Situbondo dengan menggunakan bahan pewarna alami.

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

- Menggunakan chanel Youtube untuk mengetahui tutorial pembuatan batik yang menunjukkan kekhasan daerah Situbondo.
- Menggunakan chanel Youtube untuk Memahami keberagaman motif yang didapat dari Batik dengan kearifan lokal daerah.
- Menggunakan chanel Youtube untuk memahami motif Batik dengan bentukan Transformasi geometri melalui aplikasi geogebra.

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

- Memadukan teknik menggunakan Transformasi geometri untuk menghasilkan karya seni Batik khas Situbondo.
- Menentukan teknik teknik untuk menghasilkan keberagaman motif batik khas Situbondo.
- Menyelidiki pola bentuk motif batik.

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

- Mengembangkan konsep geometri melalui transformasi titik, garis, atau bidang datar seperti lingkaran, ellips, segiempat atau motif lain melalui translasi (pergeseran), rotasi (perputaran), refleksi (pencerminan) atau dilatasi (perkalian) untuk menghasilkan variasi motif batik.
- Memahami aplikasi geometri transformasi yang dapat menghasilkan karya seni

3.1.2. ***Bentuk Geometri Transformasi pada Karya Seni Batik Khas Situbondo dengan Pewarna Alami***

a. Aspek sains (*science*) dalam permasalahan

Batik merupakan karya seni warisan budaya bangsa milik Indonesia. Keindahan batik telah diakui dunia melalui penetapan UNESCO sejak 2 Oktober 2009. Batik merupakan salah satu warisan kemanusiaan untuk karya lisan dan non bendawi. Tradisi membatik pada mulanya merupakan tradisi turun-temurun sehingga kadang kala suatu motif batik dapat dikenali berasal dari batik keluarga atau daerah tertentu.

Di Indonesia, ragam hias batik dibagi menjadi dua, yaitu batik keraton dan batik pesisiran. Batik keraton adalah batik yang berkembang di daerah keraton khususnya keraton di Jawa Tengah. Sedangkan batik pesisiran adalah batik yang tumbuh subur di luar daerah keraton. Keduanya memiliki kesamaan pada teknik pembuatan, namun yang membedakan keduanya adalah bentuk dan motif dari batik keraton dan pesisiran.

Salah satu batik pesisiran yaitu batik Situbondo. Batik Situbondo khas dengan motif kerang dan daun bakau serta biota laut, motif tersebut belum ada pada batik diluar Situbondo. Bila diamati secara seksama, dalam bentuk-bentuk batik sesungguhnya terdapat sifat-sifat keteraturan yang berirama atau berpola. Beberapa bentuk keteraturan pada batik merupakan bentukan transformasi geometris.

Namun dibalik keindahan dan kecantikan batik, industri batik ternyata menghasilkan dampak negatif berupa limbah yang merusak lingkungan. Limbah tersebut terutama berasal dari proses pewarnaan batik yang masih menggunakan pewarna sintesis naptol, remasol, indigosol, dan sejenisnya. Bahan pewarna kimia pada batik tersebut tergolong tidak ramah lingkungan. Apabila limbah-limbah mengalir ke dalam tanah, bahan-bahan tersebut tentu merusak ekosistem tanah. Pasalnya, bakteri tanah tidak mampu mendegradasi bahan-bahan kimia.

Bahan-bahan yang bersifat karsinogenik pun jika masuk ke dalam tubuh bisa membahayakan kesehatan manusia. Disamping berbahaya bagi manusia, bahan pewarna naptol dan indigosol bisa mengakibatkan organisme dalam air

akan mati. Hal itu disebabkan bahan pewarna tersebut dapat mengubah nilai biochemical oxygen demand (BOD) dan chemical oxygen demand (COD) dalam air. Kandungan oksigen (O_2) yang notabene diperlukan organisme air akan menurun jika limbah pewarna masuk ke air.



Gambar 3. Berbagai motif batik khas Situbondo.



Gambar 4. Hasil karya siswa dalam mendesain batik khas Situbondo dengan motif biota laut dan burung merak.

Dari segi harga, bahan pewarna alami tidak dapat bersaing. Namun, dari sisi kualitas, warna alami indigo lebih lembut dan tahan lama. Bagaimanapun hasil pewarnaan bahan sintetis lebih tajam, berbeda halnya dengan warna alami yang terlihat lembut, tetapi dari segi pamor secara keseluruhan warna alami

lebih cantik. Menggunakan browser web untuk mengidentifikasi konsep untuk pemilihan warna serta pencampuran warna dengan menggunakan pewarna alami dalam menghasilkan warna motif batik yang beragam dan sesuai pada motif batik khas Situbondo (<https://www.adhiantirina.com/2021/09/mengenal-10-pewarna-alami-untuk-membatik.html>).

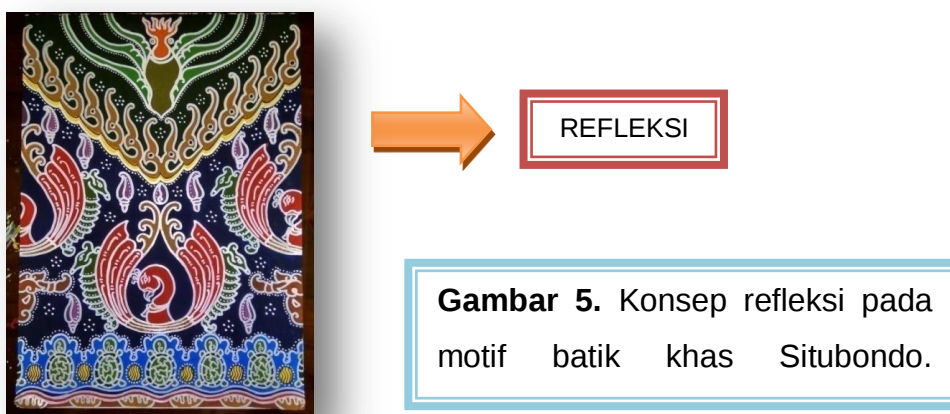
b. Aspek teknologi (*technology*) dalam permasalahan

Penggunaan *Internet of Things* pada aspek teknologi yaitu menggunakan beberapa *software* seperti *Geogebra*. Motif batik dengan bentukan transformasi geometri melalui aplikasi *geogebra* dapat dilihat tutorialnya melalui *chanel youtube*.

1. <https://www.youtube.com/watch?v=GZB1PIB6b2s>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=8hsV6PpGeiw>
3. <https://www.youtube.com/watch?v=07jArBtVobc>

c. Aspek teknik (*engineering*) dalam permasalahan

Memadukan teknik menggunakan Transformasi geometri untuk menghasilkan karya seni Batik khas Situbondo. Mendesain Motif Batik dengan bentukan menggunakan konsep geometri melalui transformasi titik, garis, atau bidang datar seperti lingkaran, ellips, segiempat atau motif lain melalui translasi (pergeseran), rotasi (perputaran), refleksi (pencerminan) atau dilatasi (perkalian).





TRANSLASI

Gambar 6.Konseptranslasi pada motif Batik khas Situbondo.



ROTASI



Gambar 7.Konsep rotasi pada motif batik khas Situbondo.



DILATASI



Gambar 8.Konsep dilatasi pada motif batik khas Situbondo.

d. Aspek matematika (*mathematics*) dalam permasalahan

Pengembangan konsep geometri melalui transformasi titik, garis, atau bidang datar seperti lingkaran, ellips, segiempat atau motif lain melalui translasi (pergeseran), rotasi (perputaran), refleksi (pencerminan) atau dilatasi (perkalian) untuk menghasilkan variasi motif batik.

Geometri merupakan ilmu yang menerangkan mengenai sifat-sifat garis, sudut, bidang, dan ruang. Sedangkan, transformasi dapat diartikan sebagai perubahan rupa. Transformasi geometri adalah suatu proses perubahan bentuk dan letak suatu bangun geometri dari posisi awal ke posisi lain. Hal tersebut dinotasikan dengan posisi awal (x, y) menuju ke posisi lain (x', y') .

▪ **Translasi (Pergeseran)**

Translasi dalam geometri terjadi jika setiap titik pada bidang datar, berpindah melalui jarak dan arah tertentu. Sehingga, menyebabkan setiap bangun yang terletak pada bidang tersebut, juga akan digeser dengan jarak dan arah tertentu.

Jadi, translasi itu yang berubah hanya posisi saja, bentuk dan ukuran bidangnya masih tetap sama.

Titik $A(x, y)$ ditranslasikan oleh $T(a, b)$, menghasilkan bayangan $A'(x', y')$ yang ditulis dengan $(x', y') = (x, y) + (a, b)$.

Rumus translasi: $(x', y') = (x, y) + (a, b)$.

Keterangan:

(x, y) = titik asal

(x', y') = titik bayangan

(a, b) = vektor translasi

▪ **Rotasi (Perputaran)**

Rotasi atau perputaran adalah sebuah perputaran pada bidang datar yang ditentukan oleh sebuah titik pusat rotasi, arah rotasi, dan besar sudut rotasi. Dalam mengerjakan soal rotasi, terkadang tidak langsung menggunakan perintah lengkap namun dalam bentuk simbol rotasi. Berikut simbol penulisan rotasi dan maknanya berdasarkan jenis titik pusatnya:

a) Rotasi titik pusat $(0,0)$

- Simbol $R[0, \alpha]$

Artinya rotasi dengan pusat (0,0) dengan sudut putaran sebesar α dan berlawanan arah jarum jam, nilai $\theta = \alpha$.

Matriks rotasinya : $M = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix}$

- Simbol $R[0, -\alpha]$

Artinya rotasi dengan pusat (0,0) dengan sudut putaran sebesar α dan berlawanan arah jarum jam, nilai $\theta = -\alpha$.

Matriks rotasinya : $M = \begin{pmatrix} \cos(-\alpha) & -\sin(-\alpha) \\ \sin(-\alpha) & \cos(-\alpha) \end{pmatrix}$

b) Rotasi titik pusat (a,b)

- Simbol $R[P(a,b),\alpha]$

Artinya rotasi dengan pusat (a,b) dengan sudut putaran sebesar α dan berlawanan arah jarum jam, nilai $\theta = \alpha$.

Matriks rotasinya : $M = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix}$

- Simbol $R[P(a,b), -\alpha]$

Artinya rotasi dengan pusat (a,b), dengan sudut putaran sebesar α dan berlawanan arah jarum jam, nilai $\theta = -\alpha$.

Matriks rotasinya : $M = \begin{pmatrix} \cos(-\alpha) & -\sin(-\alpha) \\ \sin(-\alpha) & \cos(-\alpha) \end{pmatrix}$

Rotasi dinotasikan dengan $R(P, \alpha)$ dimana P = pusat rotasi, dan α = besar sudut rotasi. Sudut rotasi berada di antara garis yang menghubungkan titik asal, dengan pusat rotasi sehingga menghubungkan titik bayangan dan pusat rotasi. Arah putaran searah dengan putar jarum jam, disepakati sebagai arah negatif ($-\alpha$), sedangkan arah putar jarum jam yang berlawanan adalah arah putar positif (α).

Rumus rotasi:

- Sudut putar 90° , maka $x' = -y$ dan $y' = x$, maka $(-y, x)$
- Sudut putar -90° atau 270° , jika pusat putar $(0, 0)$, $x' = y$ dan $y' = -x$, maka $(y, -x)$
- Sudut putar 180° dengan pusat putar $(0, 0)$, $x' = -x$ dan $y' = -y$, maka $(-x, -y)$
- Sudut putar 90° dengan pusat putar (a, b) : (x, y) , maka $(-y + a + b, x - a + b)$.
- Sudut putar 180° dengan pusat putar (a, b) : (x, y) , maka $(-x + 2a, -y + 2b)$.
- Sudut putar -90° dengan pusat putar (a, b) : (x, y) , maka $(y - b + a, -x + a + b)$.

▪ Refleksi (Pencerminan)

Refleksi atau pencerminan merupakan suatu transformasi yang memindahkan titik bidang lewat sifat bayangan suatu cermin. Perubahannya akan ditentukan dengan jarak dari titik, asal ke cermin yang sama dengan jarak cermin ke titik bayangan.

Pencerminan bersifat isometris artinya berukuran tetap atau sama. Bangun hasil (bayangan) kongruen dengan bangun asalnya. Garisnya akan menghubungkan titik asal dengan titik bayangan yang tegak lurus terhadap cermin. Sehingga, garis-garis yang terbentuk akan saling sejajar.

Rumus refleksi:

- Refleksi sumbu - x: (x, y) , maka $(x, -y)$
- Refleksi sumbu - y: (x, y) , maka $(-x, y)$
- Refleksi garis $y = x$: (x, y) , maka (y, x)
- Refleksi garis $y = x$: (x, y) , maka $(-y, -x)$
- Refleksi garis $x = h$: (x, y) , maka $(2h - x, y)$
- Refleksi garis $y = k$: (x, y) , maka $(x, 2k - y)$

▪ Dilatasi (Perkalian)

Dilatasi adalah transformasi similaritas (kesebangunan), yang mengubah jarak titik-titik, dengan faktor pengali tertentu terhadap suatu titik tertentu yang tidak mengubah arahnya, melainkan mengubah ukurannya (diperbesar atau diperkecil). Dalam kehidupan sehari-hari, dilatasi bisa kita temukan pada saat ingin mencetak pas foto, yang bisa diperbesar atau diperkecil dengan berbagai ukuran seperti 2×3 , 3×4 ataupun 4×6 .

Dilatasi yang berpusat di titik koordinat O $(0,0)$ dengan faktor dilatasi k dilambangkan D $[O,k]$, sedangkan dilatasi yang berpusat di sembarang titik P (x,y) dengan faktor dilatasi k dilambangkan D $[P,k]$ atau $[(a,b),k]$. Berdasarkan nilai dari faktor dilatasi k, bangun hasil (bayangan) yang diperoleh dapat ditetapkan sebagai berikut:

1. Jika $k > 1$, maka bangun hasil terletak sepihak dari pusat dilatasi dengan bangun mula-mula dan diperbesar.
2. Jika $0 < k < 1$, maka bangun hasil terletak sepihak dari pusat dilatasi dengan bangun mula-mula dan diperkecil.

3. Jika $-1 < k < 0$, maka bangun hasil terletak berlainan pihak dari pusat dilatasi dengan bangun mula-mula dan diperkecil.
4. Jika $k < -1$, maka bangun hasil terletak berlainan pihak dari pusat dilatasi dengan bangun mula-mula dan diperbesar.

3.1.3. *Pembelajaran Berbasis Penelitian dengan Pendekatan STEM untuk Menyelesaikan Permasalahan Penggunaan Software berbasis Android dalam Mendesain Motif Batik Khas Situbondo dengan konsep Geometri Transformasi dan Penggunaan Pewarna Alami*

Pada bagian ini akan dibahas satu persatu enam tahapan model pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEM. Keenam tahapan tersebut akan menggambarkan bagaimana siswa dalam proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEM tentang penggunaan *software* berbasis android dalam mendesain motif batik khas situbondo dengan konsep geometri transformasi dan penggunaan pewarna alami.

1. Tahap pertama (*SCIENCE*) mengajukan permasalahan mendasar terkait terkait mendesain batik khas situbondo. Ragam hias batik dibagi menjadi dua, yaitu batik keraton dan batik pesisiran. Batik keraton adalah batik yang berkembang di daerah keraton khususnya keraton di Jawa Tengah. Sedangkan batik pesisiran adalah batik yang tumbuh subur di luar daerah keraton. Keduanya memiliki kesamaan pada teknik pembuatan, namun yang membedakan keduanya adalah bentuk dan motif dari batik keraton dan pesisiran. Salah satu batik pesisiran yaitu batik Situbondo. Batik Situbondo khas dengan motif kerang dan daun bakau serta biota laut, motif tersebut belum ada pada batik diluar Situbondo. Penjelasan lebih rinci terkait tahap 1 dapat dilihat pada **Error! Reference source not found..**

Tabel 1. Kegiatan Pembelajaran RBL-STEM pada Tahap 1.

Tahap 1	Kegiatan Pembelajaran
(1) Menanyakan beberapa masalah dasar yang berkaitan dengan tata letak ruangan (<i>SCIENCE</i>)	a. Guru bertanya kepada siswa tentang ciri-ciri khas motif batik untuk daerah situbondo. b. Guru menunjukkan berbagai motif batik yang menunjukkan kekhasan di daerah situbondo, dan bertanya ciri yang paling jelas yang menunjukkan kekhasan dari Situbondo.

Tahap 1	Kegiatan Pembelajaran
	c. Siswa mulai bekerja mencari informasi terkait sejarah batik dan mencari ciri khusus yang menunjukkan motif batik yang berasal dari Situbondo. d. Siswa mulai melakukan diskusi kelompok.



Gambar 9. Siswa mengamati berbagai motif batik melalui internet.

2. Tahap kedua yaitu mengumpulkan berbagai bahan literasi menggunakan software pada android sebagai model untuk variasi motif batik yang khas daerah Situbondo dengan ciri-ciri yang spesifik yang tidak dimiliki daerah lain meskipun sama-sama berada di daerah pesisir pantai. Penjelasan lebih rinci terkait tahap 2 dapat dilihat pada Tabel 2.

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

Tahap 2	Kegiatan Pembelajaran
(2) Mengumpulkan berbagai bahan literasi sebagai model untuk variasi motif Batik yang khas daerah Situbondo dengan ciri-ciri yang spesifik (TECHNOLOGY)	a. Siswa dibimbing guru untuk browsing tentang variasi motif Batik yang khas daerah Situbondo dengan ciri-ciri yang spesifik. b. Pengumpulan data berupa gambar yang menunjukkan berbagai motif batik yang menunjukkan kekhasan di daerah Situbondo. c. Siswa mulai bekerja mencari informasi terkait sejarah batik dan mencari ciri khusus yang menunjukkan motif batik yang berasal dari Situbondo. d. Siswa mulai melakukan diskusi kelompok.

3. Tahap ketiga yaitu pengumpulan data dalam mendesain motif batik dengan bentukan melalui transformasi geometri. Penjelasan lebih rinci terkait tahap 3 dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 10. Siswa mencari motif-motif yang menunjukkan kekhasan motif batik dari daerah Situbondo.

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

Tahap 3	Kegiatan Pembelajaran
(3) Pengumpulan data dalam mendesain motif batik dengan bentukan melalui transformasi geometri. (ENGINEERING - MATHEMATICS)	a. Guru membimbing siswa untuk mendiskusikan motif batik dengan bentukan menggunakan konsep geometri melalui transformasi titik, garis, atau bidang datar seperti lingkaran, ellips, segiempat atau motif lain melalui translasi (pergeseran), rotasi (perputaran), refleksi (pencerminan) atau dilatasi (perkalian). b. Siswa mulai mengumpulkan data-data bentukan konsep geometri yang bisa diterapkan untuk membentuk motif batik ciri khas Situbondo. c. Siswa mulai bekerja menentukan motif-motif bentukan melalui transformasi geometri yang bisa diterapkan pada motif batik khas Situbondo.



Gambar 11. Siswa mempelajari konsep transformasi geometri yang bisa digunakan untuk mendesain motif-motif khas Batik Situbondo.

4. Tahap keempat yaitu pengembangan dalam pewarnaan dengan menggunakan bahan pewarna alami serta dampaknya bagi lingkungan. Penjelasan lebih rinci terkait tahap 4 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM pada tahap 4

Tahap 4	Kegiatan Pembelajaran
(4) Pengembangan dalam pewarnaan dengan menggunakan bahan pewarna alami serta dampaknya bagi lingkungan (SCIENCE-ENGINEERING)	1. Siswa dibimbing guru untuk browsing bahan pewarna alami dan bahan pewarna sintetis. 2. Siswa mulai mengumpulkan data-data tentang bahan apa saja yang bisa diterapkan untuk pewarnaan pada motif batik yang menunjukkan batik ciri khas Situbondo. 3. Siswa mulai bekerja menginventarisir informasi terkait dampak pewarna alami dan pewarna sintetis terhadap lingkungan. 4. Siswa mulai melakukan diskusi kelompok untuk meneliti penggunaan pewarna alami dan pewarna sintetis serta dampaknya bagi lingkungan. 5. Siswa mulai melakukan diskusi kelompok untuk meneliti penggunaan pewarna alami dan pewarna sintetis untuk hasil jadi kain batik khas Situbondo serta dampaknya pada kualitas pemasaran kain batik khas Situbondo.

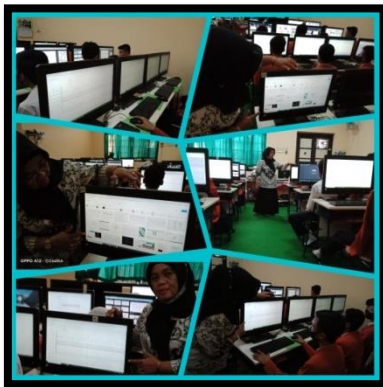


Gambar 12. Siswa mencari di internet tentang bahan-bahan pewarna alami untuk batik sekaligus juga mencari dampak nya bagi lingkungan jika menggunakan pewarna sintetis untuk batik.

5. Tahap kelima yaitu Pengujian hasil desain motif batik dengan bentukan transformasi geometri. Penjelasan lebih rinci terkait tahap 5 dapat dilihat pada **Error! Reference source not found..**

Tabel 5. Kegiatan Pembelajaran RBL-STEM pada Tahap 5.

Tahap 5	Kegiatan Pembelajaran
Pengujian hasil desain motif batik dengan bentukan transformasi geometri (ENGINEERING)	1. Guru membimbing siswa untuk mendiskusikan terobosan motif batik dengan bentukan menggunakan konsep transformasi geometri. 2. Guru menunjukkan cara mencari berbagai motif-motif yang bisa dipadukan dengan konsep transformasi geometri dengan bantuan aplikasi geogebra untuk diterapkan pada motif batik khas Situbondo. 3. Siswa diminta untuk menemukan berbagai motif berasal dari bentukan-bentukankonsep geometri melalui transformasi titik, garis, atau bidang datar seperti lingkaran, ellips, segiempat atau motif lain melalui translasi, rotasi, refleksi, atau dilatasi.



Gambar 13. Siswa mencari di internet tentang konsep berbagai transformasi geometri untuk menciptakan motif batik yang bagus dan menarik yang menunjukkan kekhasan daerah Situbondo.

6. Tahap keenam yaitu penyajian hasil dari penelitian siswa untuk menganalisa metaliterasi yang telah dilakukan. Penjelasan lebih rinci terkait tahap 6 dapat dilihat pada Tabel 6. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM pada tahap 6.

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

Tahap 6	Kegiatan Pembelajaran
Penyajian hasil dari penelitian siswa untuk menganalisa metaliterasi yang telah dilakukan (Laporan RBL)	a. Siswa mengembangkan laporan penelitian tentang Penggunaan Software Berbasis Android dalam mendesain motif batik khas situbondo dengan Konsep Geometri Tranformasi dan penggunaan Pewarna Alami.

Tahap 6	Kegiatan Pembelajaran
	b. Siswa melakukan presentasi di depan kelas. c. Guru mengevaluasi dan mengklarifikasi semua hasil kegiatan penelitian siswa. d. 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 siswa, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kerangka instrumen penilaian kemampuan metaliterasi.

Indikator	Sub Indikator	Materi Uji
<i>Produce</i> (memproduksi)	1. Mengidentifikasi sifat/karakteristik masalah	1. Jelaskan ciri-ciri yang menandai batik pada daerah Situbondo
	2. Mendapatkan terobosan	2. Diskusikan terobosan penggunaan konsep transformasi geometri pada motif batik khas Situbondo
	3. Mengembangkan/ menentukan tahapan fase, sintaks, atau algoritma	
<i>Incorporate</i> (menyisipkan)	1. Mengidentifikasi pola dari solusi	1. Identifikasi pola untuk menemukan pengaplikasian konsep transformasi geometri
	2. Menggeneralisasi	2. Generalisasi masalah penggunaan konsep Transformasi geometri
	3. Menggunakan <i>Internet of Things</i> seperti platform dan aplikasi untuk mengintegrasikan hasil.	
<i>Use</i> (menggunakan)	1. mengintegrasikan hasil Menguji atau menilai hasil	1. Menganalisis hasil bentuk konsep transformasi geometri
	2. Menganalisis hasil	
	3. Menafsirkan hasil	2. Tafsirkan dan kembangkan pewarnaan dengan menggunakan bahan pewarna alami
	4. Menerapkan hasil	3. Menerapkan dan mengembangkan desain motif batik dengan

Indikator	Sub Indikator	Materi Uji
Share (Membagikan)	1. Menggunakan <i>Internet of things</i> untuk membagikan hasil.	1. bentuk konsep transformasi geometri dan penggunaan bahan pewarna alami
	2. Melakukan refleksi dan evaluasi terhadap umpan balik	2. 1. Bagikan pengaplikasian konsep Transformasi geometri untuk menyelesaikan masalah mendesain batik khas situbondo
	3. Mengevaluasi jumlah tanggapan teman	2. Analisis tanggapan dari pembagian aplikasi konsep Transformasi geometri untuk menyelesaikan masalah mendesain batik khas situbondo
	4. Menganalisis tanggapan	
Colaborate (kolaborasi)	1. Bekerjasama dengan beberapa teman	1. Bekerja sama dengan meninjau hasil pengaplikasian konsep Transformasi geometri untuk menyelesaikan masalah mendesain batik khas situbondo
	2. Memperbanyak temuan dengan meminta beberapa saran dari teman	
	3. Mendorong teman lain untuk berbuat lebih banyak dan menyumbangkan temuan	2. Menentukan masalah terbuka terkait terobosan penggunaan konsep transformasi geometri pada motif batik
	4. Mendapatkan karya bersama	3. Menentukan kebermanfaatan bersama untuk mengembangkan pengaplikasian konsep transformasi geometri
	5. Menentukan kebermanfaatan bersama	

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, bahan ajar yaitu silabus, RPP, LKPD, *pre-test*, *post-test*, dan instrumen penilaian lainnya, disiapkan oleh peneliti. Ketiga: Tahap pengembangan, yaitu uji coba bahan ajar dan instrumen untuk mengecek keabsahan bahan ajar serta kepraktisan. Hasil validasi berupa validitas isi, validitas format, validitas bahasa, dan tingkat kepraktisan. Keempat: Tahap implementasi untuk mengetahui keefektifan bahan ajar RBL-STEM dalam meningkatkan metaliterasi siswa dalam menyelesaikan masalah tentang penggunaan software berbasis android dalam mendesain motif batik khas Situbondo dengan konsep geometri transformasi dan penggunaan pewarna alami. Kelima: Tahap evaluasi merupakan kegiatan refleksi untuk menilai apakah penerapan materi pembelajaran model RBL dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan metaliterasi siswa dalam menyelesaikan masalah tentang penggunaan software berbasis android dalam mendesain motif batik khas Situbondo dengan konsep geometri transformasi dan penggunaan pewarna alami.

4. PEMBAHASAN

Pengembangan kerangka kerja kegiatan pembelajaran RBL-STEM dalam menyelesaikan masalah Penggunaan Software Berbasis Android dalam mendesain motif batik khas situbondo dengan Konsep Geometri Transformasi dan penggunaan Pewarna Alami sangat bermanfaat untuk dipelajari. Hasil ini menjadi pedoman dalam melakukan penelitian lanjutan. Setidaknya ada dua kegiatan penelitian lagi yang dapat dilakukan lebih lanjut, yaitu: (1) mengembangkan materi pembelajaran STEM-RBL dengan model pengembangan ADDIE, (2) Menganalisis implementasi materi pembelajaran RBL-STEM dalam meningkatkan metaliterasi siswa dalam menyelesaikan masalah Penggunaan Software Berbasis Android dalam mendesain motif batik khas situbondo dengan Konsep Geometri Transformasi dan penggunaan Pewarna Alami. Kerangka kegiatan pembelajaran kombinasi RBL-STEM sangat efektif dalam mewujudkan metaliterasi siswa apabila diterapkan dalam kelas pembelajaran, hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dipaparkan pada [2].

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: Penggunaan Software Berbasis Android dalam mendesain motif batik khas situbondo dengan Konsep Geometri Transformasi dan penggunaan Pewarna Alami untuk meningkatkan metaliterasi siswa yang berupa tahapan 1-6 dan kegiatan pembelajarannya. Siswa pada akhirnya mempunyai literasi STEM, terlibat aktif dalam pembelajaran, dan membuat koneksi, menguasai kompetensi abad 21, mempunyai ketekunan dan kegigihan belajar dalam meningkatkan prestasi serta siap dengan pekerjaan yang berhubungan dengan STEM [8]. Termasuk dalam hasil penelitian ini adalah mengembangkan kerangka instrumen tes terkait dengan metaliterasi siswa. Dengan hasil penelitian ini, maka penelitian lanjutan terkait pengembangan perangkat dan analisis implementasi RBL-STEM dapat dengan mudah dilakukan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aziza, M.O., Dafik, dan Kristiana, A.I., 2020. The analysis of the implementation of research-based learning on the student combinatorial thinking skills in solving a resolving perfect dominating set problem. *Journal of Physics: Conference Series*.
- [2] 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).
- [3] Sanders, M.E. 2009. Integrative STEM: Primer [in some places titled STEM, STEM Education, STEMmania]. *The Technology Teacher*, 68 (4), 20-26).

- [4] Tsupros, N., R. Kohler, dan J. Hallien. 2009. *STEM Education: A project To Identify The Missing Components*. A collaborative study by the IUI Center for STEM Educational and Carnegie mellon University.
- [5] Wardani, P.L., Dafik and Tirta,.I.M.,2019. The analysis of pembelajaran berbasis riset implementation in improving student conjecturing skills in solving local antimagic vertex dynamic colorong. *Journal of Physics: Convergence Series*, 1211.
- [6] Widayati, T.D., Pari, G., Yoshida, M. (2010). *Pedoman Umum Pembelajaran berbasis riset (PUPBR)*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [7] Winarsih, Juniaty., Zubaidah, Siti., Koes H, Supriono. 2016. STEM: Apa, mengapa, dan Bagaimana. *Pros. Semnas Pend. IPA Pascasarjana UM*. Vol. 1, 2016 ISBN: 978-602-9286-21-02.
- [8] Mulyani, T.,(2019). Pendekatan pembelajaran STEM untuk menghadapi Revolusi Industry 4.0. *Semnas Pascasarjana*. LPMP Jawa Tengah, Semarang, Indonesia.
- [9] Pamela, W., Garner, Mulyani, T.,(2017). *Innovations in science education: infusing social emotional principles into early STEM learning*, 18 August 2016/Accepted: 23 June 2017.
- [10] Permanasari, A., Mulyani, T.,(2016). STEM Education : Inovasi dalam Pembelajaran Sains, Seminar Nasional Pendidikan Sains (Surakarta, 22 Oktober 2016) pp 23-34.
- [11] B., Hermawan, Susanti, E., kurniawan, h., “Mendikbud : Pelajaran Matematika masih dianggap menakutkan,” diakses 8 Mei 2018. Republika.
- [12] R. W. Bybee, Mulyani, T.,(2011). *Scientific and Engineering practices in K-12 Classroom: Understanding A Framework for K-12 Science Education*, NSTA press; Arlington, Virginia.

TENTANG PENULIS



Penulis utama (Dra. Umaisaroh) lahir di Wonoayu, Sidoarjo pada tanggal 15 Desember 1969. Menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN Simo Angin-Angin pada tahun 1981. Kemudian melanjutkan SMP di SMP AL-ISLAM Krian Sidoarjo dan lulus tahun 1984. Tahun 1984 masuk SMA Negeri Krian jurusan A1 (Fisika) dan lulus tahun 1987. 1988 masuk IKIP Negeri Surabaya mengambil Jurusan Matematika Diploma 3 dan langsung transfer Strata 1 jurusan Matematika pada tahun 1991 dan lulus pada 4 Maret 1993. Saat ini kegiatan penulis sebagai guru matematika di SMP Negeri 1 Panji yang diangkat pada tahun 1999. Email : umaisaroh69@gmail.com .



Penulis kedua (Dra. Hj. Sri Rahaju Supandi, M.Pd.) lahir di Situbondo pada tanggal 1 Mei 1969. Pendidikan SD di SDN 2 Dawuhan Situbondo, lulus pada tahun 1982. Beliau menempuh pendidikan sekolah menengah pertama di SMP N 1 Situbondo, lulus pada tahun 1985. Kemudian melanjutkan ke SMA N 1 Situbondo, dan lulus pada tahun 1988. Setelah itu beliau menempuh pendidikan sarjana di FKIP Pend. Matematika Universitas Jember, dan lulus tahun 1993. Beliau menempuh pendidikan magister di Jurusan Teknologi pembelajaran Universitas PGRI Adibuana Surabaya dan lulus pada tahun 2006. Beliau saat ini menjabat sebagai Kepala SMP Negeri 1 Panji sejak awal Tahun 2022 hingga sekarang. Email: srirahajusupandi@gmail.com.



Penulis ketiga 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.



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

University of Ballarat, Victoria, Australia. Lalu pada tahun 2013 Beliau memperoleh gelar Profesor di bidang Combinatorics, Graph Theory dan Combinatorial Education dan menjadi Ketua Research Group CGANT UNEJ sejak tahun 2017. E-mail: d.dafik@unej.ac.id.