



Keefektifan pendekatan STEM berbantuan *wolfram alpha* pada pembelajaran matematika ditinjau dari motivasi dan kemandirian belajar

Atin Argianti^{1, a *}, Sri Andayani^{2, b}

¹Program Studi S2 Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo No. 1, Karangmalang, Yogyakarta 55281, Indonesia

²Program Studi Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo No. 1, Karangmalang, Yogyakarta 55281, Indonesia

E-mail: ^a atin.argianti@gmail.com, ^b andayani@uny.ac.id

* Corresponding Author

ARTICLE INFO

Article history

Received: 23 Oct. 2020

Revised: 27 Nov. 2021

Accepted: 30 Nov. 2021

Keywords

kemandirian belajar,
motivasi, pendekatan
STEM berbantuan
Wolfram Alpha

*motivation, self-
regulated learning,
Wolfram Alpha-assisted
STEM approach*

Scan me:



ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan keefektifan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* ditinjau dari motivasi dan kemandirian belajar. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen semu dengan populasi seluruh siswa kelas VIII di salah satu SMP Negeri di Pati, Jawa Tengah, Indonesia. Sampel penelitian ini adalah siswa di satu kelas VIII yang dibagi menjadi 2, yaitu kelas eksperimen (kelompok siswa bernomor absen ganjil) dan kelas kontrol (kelompok siswa bernomor absen genap) dengan banyaknya siswa berturut-turut 16 dan 15 siswa. Data dikumpulkan menggunakan angket motivasi dan kemandirian belajar. Analisis data menggunakan uji *t* untuk mendeskripsikan keefektifan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* ditinjau dari masing-masing variabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* efektif ditinjau dari motivasi, dan (2) pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* efektif ditinjau dari kemandirian belajar. Hasil analisis keefektifan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* ditinjau dari motivasi ditunjukkan dari nilai *t* variabel motivasi adalah 4,258 dan nilai signifikan motivasi setelah perlakuan adalah 0,001 kurang dari 0,05. Keefektifan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* ditinjau dari kemandirian belajar dibuktikan dari nilai *t* variabel kemandirian adalah 5,030 dan nilai signifikannya 0,000 kurang dari 0,05.

*This study aims to reveal the effectiveness of Wolfram Alpha-assisted STEM approach in terms of motivation and self-regulated learning. This study was quasi-experimental research. The population were all grade VIII students of a State Junior High School in Pati, Central Java, Indonesia. The sample were students of a class in grade VIII, which is divided into two groups, namely the experimental group (odd-numbered students) and the control group (even-numbered students) with 16 and 15 participating students respectively. The data were collected using questionnaires on motivation and self-regulated learning. The data were analyzed using the *t*-test to describe the effectiveness of Wolfram Alpha-assisted STEM approach. The result shows that: (1) the Wolfram Alpha-assisted STEM approach is effective in improving motivation; and (2) the Wolfram Alpha-assisted STEM approach is effective in improving self-regulated learning. The results of the analysis of the Wolfram Alpha-assisted STEM approach is effective in terms of motivation with a score of 4.258 and with the significance value of motivation after treatment being 0.001, which is less than 0.05. The Wolfram Alpha-assisted STEM approach is effective in terms of self-regulated learning with a score of 5.030 and with the significance value of 0.000, which is less than 0.05.*

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



How to Cite: Argianti, A., & Andayani, S. (2021). Keefektifan pendekatan STEM berbantuan wolfram alpha pada pembelajaran matematika ditinjau dari motivasi dan kemandirian belajar. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 8(2), 217-230. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v8i2.35263>

PENDAHULUAN

Pembelajaran saat ini perlu mengikuti *trend* di era globalisasi, salah satunya dengan mengintegrasikan berbagai aspek seperti *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics*. Pembelajaran yang didukung teknologi dapat meningkatkan hasil belajar siswa, termasuk keterampilan tingkat tinggi, dan pemahaman konseptual (Kärkkäinen & Vincent-Lancrin, 2013, p. 11). Salah satu pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum 2013 adalah pendekatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) (Gustiani et al., 2017, p. 6).

Pendekatan STEM merupakan pendekatan pengajaran dan pembelajaran yang mengintegrasikan konten dan keterampilan sains, teknologi, teknik, dan matematika yang menuntut siswa bekerja secara kolaboratif, terlibat dalam penyelesaian masalah, melakukan penyelidikan, dan menghasilkan alasan logis (Maryland State Department of Education, 2012). Setiap kali pembelajaran menerapkan dua bidang dari STEM, maka dapat dikatakan telah menerapkan STEM (Bybee, 2013, p. 3; Larson, 2017). Hal tersebut diperkuat oleh Bell dan Bell (2018) yang menyatakan bahwa integrasi berarti dua mata pelajaran diajarkan pada waktu yang sama, yang tidak hanya memberikan efisiensi waktu, tetapi juga membantu siswa untuk tidak melihat mata pelajaran secara terpisah, dan berpotensi untuk melibatkan siswa yang lebih tertarik pada salah satu elemen terintegrasi daripada yang lain. Berdasarkan hal tersebut, jika dua atau lebih empat bidang STEM diaplikasikan dengan cara yang bermakna, maka pembelajaran telah menerapkan STEM.

Pada pembelajaran pendekatan STEM, salah satu karakteristik yang harus terlihat dalam proses pembelajaran adalah proses desain rekayasa atau *Engineering Design Process* (EDP). Proses ini melatih kemampuan siswa dalam memecahkan suatu permasalahan (*problem solving*) dalam konteks dunia nyata (*real world*). Langkah-langkah EDP yaitu (1) mengidentifikasi masalah dan kendala; (2) menyelidiki; (3) memunculkan ide; (4) menganalisis ide-ide; (5) membangun; (6) menguji dan memperbaiki; dan (7) mengomunikasikan dan merefleksikan (Nite et al., 2014, p. 2). Hampir sama dengan itu, Jolly (2017, p. 6) mengemukakan langkah-langkah EDP sebagai berikut (1) menentukan masalah; (2) meneliti masalah; (3) membayangkan solusi yang mungkin; (4) merencanakan solusi terbaik; (5) membuat prototipe; (6) menguji dan mengevaluasi prototipe; (7) mengomunikasikan solusi; dan (8) mendesain ulang untuk meningkatkan prototipe sesuai kebutuhan. Langkah-langkah tersebut yang membedakan pendekatan STEM dengan pendekatan saintifik yang ditambah dengan teknologi. Pendekatan saintifik adalah salah satu bentuk implementasi pembelajaran Kurikulum 2013. Pendekatan saintifik membantu memberikan informasi yang diperlukan kepada siswa sehingga siswa dapat memecahkan masalah secara efisien dan efektif. Pendekatan tersebut merupakan metode yang umum digunakan untuk membantu siswa memahami dunia di sekitar.

Pembelajaran STEM dapat diterapkan pada matematika, tetapi perlu adanya kolaborasi dari guru bidang lain, misalnya guru sains. Penelitian tentang pembelajaran STEM dapat ditemukan pada pelajaran sains dengan menggunakan model pembelajaran kurikulum 2013. Afriana et al. (2016, p. 210) dan Jauhariyyah et al. (2017, p. 435) melakukan penelitian menggunakan pembelajaran PjBL (*Project based Learning*) yang diintegrasikan dengan STEM pada pelajaran IPA, hasilnya menunjukkan bahwa siswa menjadi termotivasi, kreatif, dan mudah memahami materi. Selain itu, Khoiriyah et al. (2018, p. 60) melakukan penelitian STEM pada pelajaran fisika dan menunjukkan bahwa pembelajaran STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Sunyoung, Roslinda, Mary, dan Robert yang dikutip Milaturrehman et al. (2017, p. 2) menunjukkan bahwa STEM-PBL (*Problem Based Learning*) memberikan hasil memuaskan untuk materi geometri, probabilitas, dan kemampuan pemecahan masalah.

Salah satu dampak positif kemajuan teknologi dalam pembelajaran matematika adalah terciptanya web yang membantu dan mempermudah penyelesaian masalah matematika, salah satunya adalah *Wolfram Alpha*. Pada tahun 2009, *Wolfram Alpha* diluncurkan pertama kali oleh Stephen Wolfram. *Wolfram Alpha* atau juga disebut *Mathematica* adalah aplikasi terintegrasi untuk melakukan teknik komputasi dalam satu kesatuan secara koheren (Wolfram, 2003, p. 1). Aplikasi ini dapat memberikan informasi ketika terhubung dengan internet yang dapat membantu siswa dan guru dalam perhitungan dan visualisasi grafik sehingga memberi keuntungan secara praktis. Hal tersebut menggambarkan bahwa teknologi dapat dimanfaatkan dalam pelajaran matematika untuk meningkatkan kualitas dan peran aktif siswa (Asmaranti & Andayani, 2018, p. 148).

Wolfram Alpha didesain sebagai media yang memudahkan penyelesaian soal matematika yang rumit atau tidak praktis jika dikerjakan dengan manual (Wolfram, 2003, p. 2; Nanang, 2013, p. 52; Hastings et al., 2015, p. 11). *Wolfram Alpha* mempunyai fitur lengkap untuk bidang teknik, sains, dan matematika. Penggunaan *Wolfram Alpha* akan membuat siswa mengeksplorasi pengetahuan (Wolfram, 2003, p. 2) sehingga siswa akan belajar mandiri dan termotivasi untuk menyelesaikan masalah.

Siswa yang menggunakan alat bantu seperti kalkulator grafik genggam dalam pembelajaran akan dapat meningkatkan kemahiran, motivasi, kolaborasi dalam kelompok, dan kemandirian (Tarmizi et al., 2008, p. 76). Pemanfaatan pembelajaran matematika berbantuan *Wolfram Alpha* akan dapat meningkatkan motivasi belajar siswa yang menjadikan pembelajaran lebih menyenangkan sehingga siswa termotivasi dan mandiri untuk memahami konsep materi dalam proses pemecahan masalah. Hal tersebut sesuai dengan McCoy (1996) yang menyatakan bahwa pemanfaatan teknologi sangat penting karena memberikan pengalaman yang beragam pada siswa sehingga siswa dapat aktif terlibat dalam pembelajaran matematika. Selain itu, integrasi teknologi seperti komputer dan kalkulator mendorong siswa untuk mendapatkan pemahaman konsep yang lebih dalam dan dapat mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang konsep matematika abstrak dengan visualisasi atau representasi grafis sehingga akan menunjukkan hubungan antara objek dan sifat-sifatnya (Tarmizi et al., 2008, p. 73).

Berdasarkan hasil PISA 27 dari 70 negara mempunyai motivasi diatas rata-rata, tetapi Indonesia tidak masuk dalam 27 negara tersebut. Motivasi belajar yang rendah akan mempengaruhi prestasi belajar siswa (Tella, dalam Fahuzan & Santosa, 2018, p. 1). Motivasi belajar siswa akan berdampak pada pembelajaran di kelas, seperti keaktifan siswa selama proses belajar mengajar. Hal tersebut menunjukkan bahwa motivasi belajar merupakan salah satu faktor penting dalam pembelajaran (Koca, 2016, p. 1; Wong & Wong, 2017, p. 111). Aktivitas yang dilakukan siswa selama pembelajaran dipengaruhi oleh motivasi, sehingga motivasi sangat penting untuk siswa dalam menyelesaikan tugas dan membangun pengetahuan. Karena motivasi didefinisikan sebagai dorongan yang mengarahkan siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran yang ada di dalam dan luar diri siswa sehingga dapat mempertahankan diri untuk mencapai tujuan tertentu.

Permendikbud nomor 23 tahun 2018 tentang Standar Penilaian menjelaskan bahwa penilaian hasil belajar siswa mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Nilai-nilai pendidikan karakter atau sikap versi Kemendiknas tahun 2013 ada delapan belas, salah satunya adalah kemandirian siswa. Siswa dapat lebih bertanggung jawab dengan tugasnya dan menyelesaikan tugasnya sendiri sebagai bentuk dari karakter kemandirian. Siswa yang memiliki kemandirian akan dapat mengembangkan kepercayaan diri dengan cepat dan mudah untuk menerima informasi dalam proses belajar mengajar sehingga menjadi pribadi yang lebih baik. Kemandirian belajar akan mempengaruhi keberhasilan dalam pengalaman di lingkungan belajar (Cho dan Shen, 2013, p. 290). Hampir sama dengan pendapat tersebut, Yates (2002, p. 4) menyatakan bahwa kemandirian mempunyai pengaruh dalam pembelajaran matematika, sehingga siswa dapat berhasil dalam proses belajar matematika dengan kemandirian belajar. Oleh karena itu, kemandirian belajar dapat didefinisikan sebagai perilaku interaktif siswa untuk merencanakan, mengatur, dan mengevaluasi selama pembelajaran.

Permendikbud 35 tahun 2018 tentang Kurikulum 2013 menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran didesain untuk memberikan pengalaman belajar yang melibatkan proses mental dan fisik melalui interaksi antarsiswa, siswa dengan guru, lingkungan, dan sumber belajar lainnya untuk mencapai kompetensi. Salah satu pilihan pembelajaran dalam kurikulum 2013 adalah dengan pendekatan saintifik. Pendekatan saintifik mengajak siswa secara aktif berpartisipasi dalam pembelajaran. Siswa diajak untuk melakukan observasi/mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi dengan membaca buku, atau menjelajahi internet. Kemudian, siswa mengeksplorasi informasi yang telah ditemukan. Selanjutnya, siswa menganalisis data dan mengkonstruksi makna. Akhirnya siswa mengkomunikasikan hasil dengan presentasi lisan atau dalam bentuk tertulis. Namun, siswa yang paham mengenai materi matematika tidak terlepas dari strategi pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam penguasaan ilmu pengetahuan dan berinovasi terhadap produk teknologi agar mampu bersaing secara global (Kelley & Knowles, 2016, bk. 10).

Pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran matematika. STEM dalam pembelajaran matematika akan berhasil jika dalam pembelajaran mengajarkan konsep dan mengaitkan konsep yang telah dimiliki oleh siswa (NCTM, 2000). Implementasi pendekatan STEM pada penelitian ini adalah integrasi aspek *science* yang digunakan sebagai konten dan untuk mengingat konsep dari ilmu pengetahuan. Aspek *technology* diterapkan

sebagai pemanfaatan teknologi sebagai alat hitung dan penguatan konsep matematika. Aspek *engineering* yang tertuang dalam LKS digunakan sebagai proyek siswa untuk diselesaikan bersama, dan aspek *mathematics* sebagai domain pembelajaran untuk menemukan konsep materi matematika, yaitu statistika dan peluang.

Pemanfaatan *Wolfram Alpha* pada penelitian yaitu (1) sebagai alat bantu, *Wolfram Alpha* dapat menampilkan solusi langkah demi langkah. Solusi yang ditampilkan langkah demi langkah mengikuti setiap bagian dari proses solusi, lengkap dengan rumus tentang aturan spesifik yang digunakan untuk menghasilkan solusi; (2) mempelajari konsep, salah satu fitur dari *Wolfram Alpha* adalah *Wolfram MathWorld*, memberikan penjelasan yang sangat rinci tentang konsep dan aturan matematika, dilengkapi dengan bukti dan visual untuk menjelaskan konsep; (3) memvisualisasikan masalah, *Wolfram Alpha* dapat memvisualisasikan masalah untuk memahami apa yang akan dicari. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Ersoy dan Akbulut (2014, p. 256) yang mendeskripsikan bahwa siswa melakukan penelusuran konseptual melalui *keyboard* virtual selain penghitungan konvensional dan siswa dapat melakukan pencarian parsial atau memvisualisasikan apa yang dicari. Selain itu, Mias (2018, p. 67) mendeskripsikan bahwa *Wolfram Alpha* memiliki fitur untuk statistika, yaitu mampu menghitung segala macam sifat statistik deskriptif dan inferensial, dan untuk menghasilkan analisis regresi, serta menganalisis, menafsirkan, dan memvisualisasikan data dengan cepat dan akurat. Hal tersebut dapat membuat siswa termotivasi dan mandiri dalam menyelesaikan soal. Selain itu siswa dapat memahami konsep dan langkah solusinya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Eom (2015), pembelajaran yang berbantuan teknologi akan dapat meningkatkan motivasi. Selain itu, penelitian yang pernah dilakukan oleh León et al. (2015, p. 161) tentang *self-determination* dan pendidikan STEM juga menunjukkan adanya pengaruh pembelajaran STEM pada prestasi motivasi, dan kemandirian belajar matematika. Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui keefektifan pembelajaran berbantuan teknologi terhadap motivasi dan kemandirian belajar. Dalam hal ini, pembelajaran dan teknologi yang digunakan adalah pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha*.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu (*quasi experiment*) dengan desain *nonequivalent pretest-posttest control group*. Penelitian dilaksanakan pada 21 April-20 Mei 2020. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VIII, suatu SMP Negeri di Pati tahun pelajaran 2019/2020. Sampel penelitian ini menggunakan kelas VIII A yang dibagi menjadi 2 kelas, yaitu siswa dengan nomor ganjil adalah kelas eksperimen, sedangkan siswa dengan nomor absen genap adalah kelas kontrol. Banyaknya siswa setiap kelas adalah 16 siswa untuk kelas eksperimen dan 15 siswa untuk kelas kontrol. Kelas eksperimen menerapkan pembelajaran dengan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* dan kelas kontrol menerapkan pendekatan saintifik berbantuan *Wolfram Alpha*.

Instrumen yang digunakan adalah angket motivasi dan kemandirian belajar. Adapun kisi-kisi angket motivasi dan angket kemandirian belajar ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Angket motivasi berisi 16 butir pernyataan, sedangkan angket kemandirian belajar berisi 22 butir pernyataan. Pemberian angket dilakukan sebelum dan setelah perlakuan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol melalui *google form*.

Instrumen angket motivasi dan kemandirian belajar dibuktikan validitas isi dan konstruksinya. Instrumen angket dibuktikan validitas isinya dengan cara ditelaah oleh ahli (*judgment expert*). Ahli membuktikan validitas dengan menilai kesesuaian indikator pencapaian dengan pernyataan pada angket. Instrumen angket pada penelitian ini divalidasi oleh dua ahli. Validitas konstruk diperoleh dari uji coba yang dilakukan pada siswa kelas IX H, di suatu SMP Negeri di Pati dengan menganalisis faktor eksploratori (AFE). Kriteria analisis faktor dengan melihat nilai KMO *Measure of Sampling Adequacy* lebih dari 0,5 dengan nilai signifikansi kurang dari 0,05. Data uji coba angket motivasi menghasilkan nilai KMO sebesar $0,775 > 0,5$, sedangkan hasil analisis data uji coba angket kemandirian belajar menghasilkan nilai KMO sebesar $0,803 > 0,5$. Reliabilitas instrumen angket menggunakan *Alpha Cronbach* (α). Hasil analisis koefisien reliabilitas instrumen angket motivasi sebelum perlakuan adalah 0,749 dan setelah perlakuan adalah 0,777. Hasil analisis koefisien reliabilitas angket kemandirian belajar sebelum perlakuan adalah 0,817 dan setelah perlakuan adalah 0,856.

Tabel 1. Kisi-kisi instrumen angket motivasi belajar

No	Aspek	Indikator	Nomor item		Jumlah item
			Positif	Negatif	
1	Intrinsik	Adanya tujuan belajar	5	3	2
		Adanya kepuasan dalam belajar	1	2	2
		Adanya ketekunan dalam belajar	9	16	2
		Adanya keuletan dalam menghadapi kesulitan belajar	7	15	2
		Adanya tantangan dan harapan masa depan	6	8	2
2	Ekstrinsik	Adanya penghargaan dalam belajar	10	11	2
		Adanya kegiatan yang menarik dalam belajar	4	12	2
		Adanya lingkungan belajar yang kondusif	14	13	2
		Jumlah	8	8	16

Tabel 2. Kisi-kisi angket kemandirian belajar

No	Aspek	Indikator	Nomor item		Jumlah item
			Positif	Negatif	
1	Merencanakan	Menetapkan tujuan belajar	1, 17	8	3
		Menetapkan sumber belajar	9, 18	2	3
		Merencanakan jadwal belajar	21	3	2
2	Mengatur/ Kontrol kerja	Menetapkan penyelesaian tugas	4	10, 11	3
		Menetapkan strategi belajar	19	12, 16	3
3	Mengevaluasi	Mengevaluasi proses belajar	22	5, 20	3
		Mengevaluasi hasil belajar	6, 15	13	3
		Mengevaluasi diri	7	14	2
		Jumlah	11	11	22

Data hasil skor angket motivasi dan angket kemandirian dianalisis untuk melihat apakah ada perbedaan antara kedua kelas sebelum dikenai perlakuan. Selain itu, data hasil angket motivasi setelah perlakuan digunakan untuk melihat efektivitas pembelajaran pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* ditinjau dari motivasi. Begitupula dengan hasil skor angket kemandirian belajar setelah perlakuan digunakan untuk melihat efektivitas pembelajaran pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* ditinjau dari kemandirian belajar. Tabel 3 menampilkan kategori angket motivasi dan kemandirian belajar dari hasil rerata skor yang digunakan sebagai rujukan. Pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* ditinjau dari motivasi dikatakan efektif apabila (1) rata-rata skor motivasi semua siswa mencapai kategori tinggi, yaitu > 60 ; (2) presentase minimal siswa yang mencapai kriteria motivasi minimal tinggi adalah 75%. Pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* ditinjau dari kemandirian belajar dikatakan efektif apabila (1) rata-rata skor kemandirian belajar semua siswa mencapai kategori tinggi, yaitu > 81 ; (2) presentase minimal siswa yang mencapai kriteria kemandirian belajar minimal tinggi adalah 75%. Secara statistik, uji yang digunakan untuk melihat perbedaan adalah uji multivariat T^2 Hotelling's, dan efektivitasnya diuji dengan *One sample t-test* untuk mengetahui apakah rata-rata skor masing-masing variabel tersebut signifikan lebih dari kriteria.

Tabel 3. Kategori hasil angket motivasi dan angket kemandirian belajar

Interval angket motivasi	Kategori	Interval kemandirian belajar
$64 < x \leq 80$	Sangat tinggi	$88 < x \leq 110$
$53,3 < x \leq 64$	Tinggi	$73,3 < x \leq 88$
$42,67 < x \leq 53,3$	Sedang	$58,67 < x \leq 73,3$
$32 < x \leq 42,67$	Rendah	$44 < x \leq 58,67$
$16 \leq x \leq 32$	Sangat rendah	$22 \leq x \leq 44$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi pelaksanaan pembelajaran

Pemberian perlakuan kepada siswa adalah berupa pembelajaran secara *online* dengan menggunakan *platform Schoology*. Pada kelas *online schoology* ini dibuat 7 *courses* untuk masing-masing kelas yang berisikan materi dan bahan untuk pembelajaran. Perbedaan perlakuan pada kedua kelas adalah konten dari Lembar Kerja Siswa (LKS). Kelas eksperimen mendapat LKS dengan konten STEM, sedangkan kelas kontrol mendapat LKS dengan konten saintifik.

Kegiatan inti selama pembelajaran didukung dengan LKS yang telah diunggah di setiap *courses*. Pelaksanaan kegiatan inti sesuai dengan sintaks *Engineering Design Process* (EDP) yang dikombinasikan dengan aspek-aspek STEM. *Wolfram Alpha* digunakan siswa diakhir LKS sebagai alat bantu hitung. Adapun sintak EDP yang dilakukan adalah (1) identifikasi masalah, pada tahap ini siswa dalam kelompoknya mengidentifikasi dan menganalisa permasalahan atau tantangan pada bagian “Ayo Mengidentifikasi”. Siswa juga diharapkan dapat mengidentifikasi “Masalah” dari solusi yang ada pada LKS. Pada bagian ini siswa membangun konsep matematika yang akan dipelajari dalam setiap pertemuan; (2) bertukar pikiran, siswa melakukan kerja kelompok dan saling bertukar pikiran tentang berbagai solusi yang memungkinkan untuk menjawab permasalahan; (3) merancang solusi, pada tahap merancang solusi pada LKS “Ayo Mengumpulkan Informasi”, siswa dapat melakukan pencarian sumber informasi yang mereka anggap relevan untuk membantu mereka dalam menyusun berbagai ide solusi. Siswa dalam kelompoknya menentukan satu solusi terbaik yang akan ditawarkan; (4) membangun solusi, pada tahap LKS “Ayo Menemukan”, siswa menyelesaikan sesuai dengan hasil rancangan bersama kelompoknya; (5) uji coba, pada tahap uji coba, siswa mengetahui apakah solusi yang mereka temukan sama dengan jawaban yang dicek dengan menggunakan *Wolfram Alpha*; (6) revisi, siswa memperhatikan penjelasan dari guru dan melakukan perbaikan jawaban dari soal LKS; (7) berbagi solusi atau komunikasi, pada akhir pembelajaran, masing-masing kelompok mengomunikasikan berbagai pengalaman mereka dalam menjawab permasalahan bentuk laporan hasil pekerjaan LKS.

Dalam pembelajaran pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha*, sintaks EDP yang dijelaskan sebelumnya dikombinasikan dengan aspek-aspek STEM. Adapun pelaksanaannya yaitu sebagai berikut ini.

(1) *Science*, aspek *science* difasilitasi dengan video yang bersumber dari <https://www.teachengineering.org/> dan dituangkan pada LKS. Pertemuan pertama aspek *science* berisikan materi dan fakta sains tentang energi yang dapat diperbarui dan tidak dapat diperbarui. Pertemuan kedua dan kelima aspek *science* berisikan materi adhesi dan kohesi dengan difasilitasi video yang bersumber pada <https://youtu.be/4vpcLhLpPyE> dan dituangkan pada LKS. Pertemuan ketiga aspek *science* berisikan materi energi potensial dan energi kinetik dengan difasilitasi video yang bersumber pada <https://youtu.be/p4etl1WFaYY> dan dituangkan pada LKS. Pertemuan keempat aspek *science* berisikan materi dan fakta sains tentang massa jenis benda cair. Isi materi sains yang disajikan sudah pernah diperoleh oleh siswa. Pertemuan keenam aspek *science* berisikan materi dan fakta sains tentang genetika (ciri-ciri orang). Isi materi sains yang disajikan sudah pernah diperoleh oleh siswa. Pertemuan ketujuh aspek *science* berisikan materi genetika dengan difasilitasi video yang bersumber pada <https://youtu.be/GI0Nmm3znBA> dan dituangkan pada LKS. Isi materi sains yang disajikan sudah pernah diperoleh oleh siswa. Selain itu, pada rencana awal aspek *science* juga difasilitasi dengan melakukan percobaan untuk mendapatkan data sendiri dari hasil percobaan menggunakan material. Namun, karena pembelajaran dilakukan secara *online* guru tidak dapat meminta siswa untuk menyiapkan bahan sendiri. Oleh karena itu, guru memperoleh data percobaan dari video dan data hasil percobaan diasumsikan dapat diterima oleh siswa yang awam karena materi sudah pernah didapatkan oleh siswa.

(2) *Technology*, aspek *technology* tidak semua terlaksana sesuai rencana dalam penelitian. Pada pertemuan pertama, aspek *technology* digunakan siswa untuk mencari saran “apa yang dapat diberikan agar suatu negara memiliki sumber daya energi yang cukup di masa depan?” melalui internet. Selain itu, aspek *technology* juga digunakan untuk pemanfaatan *Wolfram Alpha* sebagai alat menghitung dan mengecek jawaban hasil perhitungan rata-rata, median dan modus, jangkauan, kuartil, dan mencari massa jenis benda cair, serta digunakan untuk mendapatkan konsep tentang peluang empirik dan peluang teoritik.

(3) *Engineering*, pada perencanaan awal, aspek *engineering* digunakan di setiap pertemuan untuk melakukan percobaan dengan tujuan untuk mendapatkan data, membuat serta mendesain pelangi dari benda cair, hingga merancang sample DNA dengan menggunakan material seperti air, alkohol, minyak, permen, dan lainnya. Namun, pembelajaran yang dilakukan secara *online* membuat percobaan tidak dapat dilakukan oleh siswa secara langsung, dan selama pandemik kegiatan pembelajaran menjadi terbatas di rumah. Pelaksanaan aspek *engineering* pada penelitian adalah siswa dapat membuat diagram menggunakan *Ms. Excel*, melakukan pengamatan video yang diunggah guru, dan dituangkan dalam LKS untuk dijadikan media oleh siswa.

(4) *Mathematics*, pada pembelajaran pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* ini, aspek *mathematics* adalah aspek yang dominan. Pembelajaran matematika pada umumnya mempunyai tujuan untuk membelajarkan konsep materi matematika, dalam hal ini adalah materi statistika dan peluang. Namun, pada pembelajaran STEM berbantuan *Wolfram Alpha* ini siswa belajar mengenai konsep materi matematika dan juga mendapatkan tambahan pengetahuan dalam bidang sains serta keterampilan dari teknologi yang digunakan.

Penyajian materi pertama di kelas kontrol tidak jauh berbeda dengan kelas eksperimen. Perbedaannya terletak pada konten LKS yang digunakan, untuk kelas kontrol tidak memuat penjabaran STEM pada materi. Kegiatan pembelajaran Sainifik berbantuan *Wolfram Alpha* dilakukan sesuai dengan sintak pendekatan saintifik dengan bantuan *Wolfram Alpha* sebagai alat hitung. Adapun langkah pembelajaran kelas kontrol yaitu (1) mengamati, siswa difasilitasi untuk mengamati “Masalah” pada LKS berkaitan dengan materi yang akan dipelajari; (2) menanya, pada tahap menanya, siswa diminta untuk membuat pertanyaan mengenai masalah yang telah disajikan dan guru memersilahkan siswa untuk bertanya dan mengecek pemahaman siswa. Di tahap ini, siswa difasilitasi dengan mengajukan pertanyaan melalui pesan *Whatsapp Group*; (3) mengumpulkan informasi, pada tahap ini siswa diminta untuk mengumpulkan berbagai informasi untuk menyelesaikan masalah yang telah disajikan dengan menulis jawaban di “Ayo Mengidentifikasi”. Selanjutnya siswa melaksanakan arahan guru untuk merancang langkah-langkah penyelesaian masalah. Siswa berdiskusi untuk menemukan jawaban pada “Ayo Mengumpulkan Informasi”. Siswa juga melaksanakan arahan guru untuk memanfaatkan *Wolfram Alpha* untuk mengoreksi penyelesaian masalah yang telah dilakukan; (4) menalar dan mengomunikasikan, pada tahap menalar ini siswa diminta untuk berdiskusi dalam kelompok mengenai informasi-informasi yang telah ditemukan sehingga siswa dapat menentukan solusi masalah. Pada tahap menalar, siswa difasiltasi dengan LKS pada bagian “Ayo Menyimpulkan”. Pada tahap mengomunikasikan, siswa dipersilahkan untuk mengunggah hasil pekerjaan LKS.

Dalam pembelajaran STEM, siswa menerapkan konsep matematika dan sains di kelas untuk menyelesaikan suatu masalah teknik dengan menggunakan teknologi. Ini berarti bahwa STEM berpusat di sekitar proses desain teknik. Siswa diberi misi seperti “merancang tetesan di atas koin agar tidak pecah, membuat pelangi dari benda cair, membuat *splash* dari ketinggian tertentu, atau merancang sampel DNA karakteristik seseorang dengan menggunakan permen”, dan siswa menerapkan proses tersebut untuk bertukar pikiran, merancang, menguji, dan mendesain ulang hingga siswa menemukan solusi untuk masalahnya. Siswa lebih diajak berusaha untuk memahami sesuatu dan bagaimana alam bekerja.

Deskripsi motivasi dan kemandirian belajar

Motivasi dideskripsikan berdasarkan perolehan skor sebelum dan setelah perlakuan yang terdiri dari 16 butir pernyataan. Hasil skor motivasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Deskripsi data motivasi

Deskripsi	STEM		Saintifik	
	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah
Rata-rata skor	61,5	66,87	57,33	64,2
Skor minimum	51	59	47	51
Skor maksimum	68	79	70	72
Standar deviasi skor	5,32	6,46	6,96	6,58

Hasil analisis deskripsi data motivasi pada Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata skor motivasi sebelum dan sesudah pembelajaran mengalami peningkatan. Rata-rata skor motivasi pada kelas STEM sebelum diberi perlakuan mencapai 61,5 dan setelah perlakuan mencapai 66,87. Siswa kelas Saintifik

juga mengalami peningkatan rata-rata skor dari 57,33 dan setelah perlakuan menjadi 64,2. Peningkatan rata-rata skor motivasi kelas Saintifik lebih tinggi daripada kelas STEM, yaitu 6,867 pada kelas Saintifik dan 5,375 pada kelas STEM.

Hasil angket motivasi juga dideskripsikan berdasarkan pencapaian setiap aspek motivasi. Hasil pencapaian tersebut ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata skor tiap aspek motivasi

Deskripsi	STEM		Saintifik	
	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah
Adanya tujuan belajar	73,5	73,5	61	65
Adanya kepuasan dalam belajar	56,6	60,5	48,5	53
Adanya ketekunan dalam belajar	63,5	69,5	56,5	64
Adanya keuletan dalam menghadapi kesulitan belajar	66,6	69,5	55,5	66
Adanya tantangan dan harapan masa depan	53,5	59	49	55
Adanya penghargaan dalam belajar	50,5	61	45	49
Adanya kegiatan yang menarik dalam belajar	66	68,5	57	62,5
Adanya lingkungan belajar yang kondusif	62	73,5	57,5	67
Keseluruhan	61,525	66,875	53,75	60,187

Berdasarkan Tabel 5, hasil angket motivasi setiap aspek motivasi antara kelas STEM dan kelas Saintifik hampir sama, tetapi rata-rata setiap aspek kelas STEM lebih tinggi daripada kelas Saintifik. Delapan aspek motivasi kelas STEM dan kelas Saintifik mempunyai selisih rata-rata skor yaitu 7,775 sebelum mendapatkan perlakuan dan 6,687 setelah mendapatkan perlakuan.

Tabel 6 menampilkan deskripsi hasil pemberian angket kemandirian belajar.

Tabel 6. Deskripsi data kemandirian belajar

Deskripsi	STEM		Saintifik	
	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah
Rata-rata skor	81,44	93	84,27	92,2
Skor minimum	67	76	71	74
Skor maksimum	95	110	97	107
Standar deviasi skor	8,66	9,54	9,56	9,35

Dari Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa setelah perlakuan kedua kelas mengalami peningkatan rata-rata kemandirian. Kelas STEM mengalami peningkatan rata-rata yang cukup tinggi, yaitu 11,56, sedangkan kelas Saintifik hanya meningkat sebesar 7,93.

Data untuk setiap aspek kemandirian belajar sebelum dan setelah pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata skor tiap aspek kemandirian belajar

Deskripsi	STEM		Saintifik	
	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah
Menetapkan tujuan belajar	59,67	69,67	60	65
Menetapkan sumber belajar	53	65,33	49,3	57,33
Merencanakan jadwal belajar	53,5	59	48,5	54,5
Menetapkan penyelesaian tugas	63	69,33	59,33	64,67
Menetapkan strategi belajar	56	69,67	56,67	67,33
Mengevaluasi proses belajar	62	69,33	60,33	64
Mengevaluasi hasil belajar	61	67,67	59,67	64,67
Mengevaluasi diri	61,5	68,5	60,5	62,5
Keseluruhan	58,71	67,31	56,79	62,5

Berdasarkan data pada Tabel 7 diketahui bahwa kelas STEM dan kelas Saintifik mengalami peningkatan rata-rata pada setiap aspeknya. Secara keseluruhan, rata-rata setiap aspek kemandirian belajar di kedua kelas mengalami peningkatan, yaitu 8,6 pada kelas STEM dan 5,7 pada kelas Saintifik.

Keefektifan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* ditinjau dari motivasi dan kemandirian belajar

Berdasarkan hasil perhitungan setelah perlakuan, rata-rata skor motivasi kelas eksperimen dan kelas kontrol berturut-turut 66,87 dan 64,2. Uji hipotesis keefektifan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* ditinjau dari motivasi mempunyai kriteria bahwa rata-rata skor motivasi siswa termasuk pada kategori tinggi. Hipotesis statistik rumusan masalah pertama adalah $H_0: \mu_1 \leq 60$ dan $H_1: \mu_1 > 60$, dengan μ_1 adalah rata-rata skor motivasi belajar siswa yang menggunakan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha*.

Nilai t_{hitung} variabel motivasi adalah 4,258 dan nilai signifikannya 0,001. Oleh karena itu, H_0 ditolak karena nilai signifikansi kurang dari 0,05. Dapat disimpulkan bahwa motivasi pada pembelajaran STEM berbantuan *Wolfram Alpha* lebih dari 60 sehingga dapat dikatakan bahwa pembelajaran dengan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* efektif ditinjau dari motivasi.

Hasil perhitungan rata-rata skor kemandirian setelah perlakuan kelas eksperimen dan kelas kontrol berturut-turut adalah 93 dan 92,2. Uji hipotesis keefektifan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* ditinjau dari kemandirian belajar mempunyai kriteria bahwa rata-rata skor kemandirian belajar siswa termasuk pada kategori tinggi. Hipotesis statistik rumusan masalah kedua adalah $H_0: \mu_2 \leq 81$ dan $H_1: \mu_2 > 81$, dengan μ_2 adalah rata-rata skor kemandirian belajar siswa yang menggunakan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha*.

Nilai t_{hitung} variabel kemandirian adalah 5,030 dan nilai signifikannya 0,000. Artinya, H_0 ditolak karena nilai signifikansi kurang dari 0,05. Dapat disimpulkan bahwa kemandirian belajar pada pembelajaran STEM berbantuan *Wolfram Alpha* lebih dari 81, sehingga dapat dikatakan bahwa pembelajaran dengan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* efektif ditinjau dari kemandirian belajar.

Perbedaan keefektifan pendekatan pembelajaran

Perbandingan efektivitas antara pembelajaran dengan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* dan pembelajaran dengan pendekatan saintifik berbantuan *Wolfram Alpha* dilakukan untuk mengetahui apakah pendekatan STEM lebih efektif dibandingkan pendekatan saintifik ditinjau dari motivasi dan kemandirian belajar. Untuk melihat apakah terdapat perbedaan efektivitas penerapan pendekatan STEM dan pendekatan Saintifik ditinjau dari motivasi dan kemandirian belajar, maka data hasil *posttest* dianalisis. Hasil uji MANOVA untuk data *posttest* disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji beda rata-rata dua kelompok dengan manova

Effect	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Hotelling's Trace	0,067	0,944	2,000	28,000	0,401

Berdasarkan data pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa nilai signifikansi setelah perlakuan lebih dari 0,05. Dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan keefektifan pembelajaran dengan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* dan pendekatan saintifik berbantuan *Wolfram Alpha* ditinjau dari motivasi dan kemandirian belajar.

Pembahasan

Penelitian ini melaksanakan pembelajaran *online* dengan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* pada kelas eksperimen dan pendekatan saintifik berbantuan *Wolfram Alpha* pada kelas kontrol. Berdasarkan data hasil angket motivasi sebelum perlakuan didapat bahwa di kedua kelas tidak terdapat siswa yang termasuk dalam kategori rendah dan sangat rendah. Hal ini terjadi karena sekolah menuntut siswanya untuk aktif dalam kegiatan akademik. Siswa juga sudah mulai dibiasakan untuk mengikuti pembelajaran *online* akibat dari pandemi Covid-19. Selain itu, data hasil angket kemandirian sebelum perlakuan menunjukkan bahwa di kedua kelas tidak terdapat siswa yang masuk dalam kategori rendah dan sedang. Dampak dari wabah Covid-19 di sekolah membuat siswa lebih mandiri dalam belajar. Hal tersebut didukung oleh pendapat Eom (2015) bahwa pembelajaran dengan *e-learning* memengaruhi kemandirian belajar dan motivasi.

Berdasarkan hasil analisis per indikator motivasi dari pemberian angket sebelum dan setelah perlakuan pada kelas eksperimen, dapat disimpulkan bahwa terdapat kenaikan skor pada aspek kepuasan dalam belajar, ketekunan dalam belajar, kuletan dalam menghadapi kesulitan belajar, tantangan dan harapan masa depan, penghargaan dalam belajar, kegiatan yang menarik dalam belajar, dan lingkungan belajar yang kondusif. Aspek tujuan belajar pada kelas eksperimen tidak mengalami perubahan. Sementara itu, pada kelas kontrol terjadi peningkatan di setiap aspeknya. Demikian pula, analisis per indikator angket kemandirian belajar sebelum dan setelah perlakuan mengalami kenaikan di kedua kelas.

Pada penelitian ini, lebih mengunggulkan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* daripada pendekatan saintifik berbantuan *Wolfram Alpha*. Selain itu, secara keseluruhan siswa di kelas eksperimen tidak ada yang termasuk dalam kategori motivasi sedang. Sebaliknya, di kelas kontrol terdapat 6,67% (1 siswa) dengan kategori motivasi sedang. Perbedaan di kedua kelas tidak signifikan karena kedua kelas mengikuti pembelajaran secara *online*. Selain itu, pembelajaran pada kelas eksperimen yang direncanakan melakukan percobaan diubah hanya menggunakan LKS saja. LKS digunakan sebagai sarana penyampaian konsep dalam pembelajaran matematika.

Keefektifan pendekatan STEM berbantuan Wolfram Alpha ditinjau dari motivasi

Pembuktian hipotesis penelitian pertama adalah pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* efektif ditinjau dari motivasi. Peningkatan skor motivasi juga dipengaruhi oleh langkah-langkah pembelajaran. Guru dapat memfasilitasi siswa dengan memberi kendali atas lingkungan belajar dengan menawarkan pilihan yang bermakna (misalnya, pilihan topik dan anggota kelompok), dengan memberikan kesempatan bagi siswa untuk membuat keputusan di lingkungan belajar (misalnya, kecepatan pelajaran), dan dengan mendorong pendapat siswa. Pendekatan STEM mengacu pada lingkungan belajar informal yang memungkinkan eksplorasi strategi kreatif untuk menyelesaikan masalah.

Penyelidikan adalah salah satu sifat kebiasaan dalam belajar karena faktor-faktor penting yang berkaitan dengan belajar, seperti motivasi dan teknik studi tertentu telah dikaitkan dengan keberhasilan akademik (Hora & Oleson, 2017, p. 1). Hal tersebut mendukung bahwa langkah dalam pendekatan STEM untuk mengidentifikasi masalah memengaruhi tujuan belajar dari indikator motivasi. Untuk membantu siswa memahami kegunaan materi, guru dapat (a) menghubungkan materi, rutinitas, dan strategi ke dunia nyata dengan mendefinisikan implikasi kehidupan nyata; (b) merancang tugas dan kegiatan yang berkaitan dengan tujuan pembelajaran dan tujuan jangka panjang siswa; (c) menerapkan pengalaman, pembelajaran langsung; dan/atau (d) memasukkan topik yang relevan secara individual.

Pendekatan STEM yang dapat memunculkan hipotesis dan memberikan pengaruh pada siswa meningkatkan kepercayaan kemampuan, termasuk motivasi intrinsik (LaForce et al., 2017, p. 16). Merancang solusi dan membangun solusi adalah langkah pendekatan STEM yang dapat memengaruhi keuletan siswa dalam menghadapi kesulitan dan tantangan, serta mewujudkan harapan di masa depan. Keduanya adalah indikator dari motivasi. Dengan demikian, kegiatan memrediksi dapat meningkatkan kepercayaan pada kemampuan siswa sehingga dapat menumbuhkan motivasi siswa.

Selain itu, pendekatan STEM memuat langkah uji coba yang dapat meningkatkan indikator motivasi mengenai kepuasan dalam belajar, penghargaan dalam belajar, dan kegiatan menarik dalam belajar. Hal ini sejalan dengan pendapat Chittum et al. (2017, p. 14) bahwa pendekatan STEM dapat membantu guru untuk membuat hubungan antara eksperimen dan teori sehingga siswa dapat termotivasi. Sementara itu, integrasi dalam pendekatan STEM menggambarkan bagaimana guru melihat peran siswa dalam membuat hubungan antara berbagai disiplin ilmu, baik secara implisit maupun eksplisit (Dare et al., 2018, p. 7). Hal tersebut akan memengaruhi lingkungan belajar yang kondusif pada saat kegiatan berbagi solusi pada langkah pembelajaran pendekatan STEM.

Motivasi dan keterlibatan teknologi memengaruhi siswa dalam proses belajar dengan menciptakan teknologi sebagai alat yang lebih efektif untuk pengembangan keterampilan (Voskoglou & Buckley, 2012, p. 34). Penggunaan *Wolfram Alpha* sebagai kalkulator merupakan salah satu keterlibatan teknologi dalam pembelajaran matematika. Selain itu, penelitian Wheatley (1980, p. 332) memberikan hasil bahwa siswa termotivasi untuk menyelesaikan masalah dengan bantuan kalkulator. Dengan demikian penggunaan *Wolfram Alpha* sebagai kalkulator dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Milaturrahmah et al. (2017, p. 2) bahwa penggunaan konsep

STEM akan membuat siswa lebih sering mengaplikasikan materi dalam kehidupan sehari-hari sehingga siswa akan terbiasa dalam memecahkan masalah matematika dalam kehidupan sehari-hari dengan berpikir ilmiah, menggunakan teknologi untuk memperoleh berbagai informasi, dan mengolah data dengan kemampuan teknik.

Pembelajaran pendekatan saintifik yang ditambah dengan teknologi berbeda dengan pendekatan STEM. Pembelajaran dengan pendekatan saintifik membantu memberikan informasi yang diperlukan kepada siswa sehingga siswa dapat memecahkan masalah secara efisien dan efektif. Siswa diajak untuk memahami dunia di sekitarnya dan apa yang membuat dunia bekerja seperti itu.

Keefektifan pendekatan STEM berbantuan Wolfram Alpha ditinjau dari kemandirian belajar

Pembuktian hipotesis penelitian kedua adalah pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* efektif ditinjau dari kemandirian belajar. Berdasarkan penelitian ini telah terbukti bahwa pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* efektif ditinjau dari kemandirian belajar. Identifikasi masalah pada langkah pendekatan STEM membuat siswa menetapkan tujuan belajar. Siswa akan mengidentifikasi masalah yang menjadi perhatian untuk menyelesaikan masalah. Selain itu, guru memberikan kebebasan siswa untuk menetapkan tujuan pembelajaran mereka. Hal tersebut sesuai dengan pendapat [Ong et al. \(2016, p. 45\)](#) bahwa dalam proses penyelesaian masalah diperlukan identifikasi masalah, pemikiran kritis, dan pertimbangan kejelasan dari solusi.

Aktivitas bertukar pikiran dalam pembelajaran dapat menetapkan sumber belajar. Pembelajaran yang berkelompok pada pendekatan STEM memberikan efek yang tidak langsung bahwa kemandirian belajar siswa muncul karena pembelajaran kolaboratif dan pembelajaran yang berbasis teknologi ([Han, 2017, p. 541](#)). Selain itu, interaktivitas yang lebih besar dari lingkungan pembelajaran *online* dapat mendukung pemrosesan kognitif yang mendalam pada siswa ([Moreno & Mayer, 2007, p. 322](#)) dan memberikan lebih banyak memberikan kebebasan pada siswa yang mendukung kemandirian belajar ([Song & Hill, 2007, p. 38](#)) dalam mencari sumber belajar.

Kerja kelompok pada saat pembelajaran sangat diperlukan, karena siswa dapat meningkatkan pengetahuan dan pemecahan masalah. Percakapan di antara teman sebaya dapat mendukung kemandirian belajar melalui pemodelan pemikiran verbal ([Stehle & Peters-Burton, 2019, p. 4](#)). Selain itu, penggunaan *Wolfram Alpha* dapat menjadi alat bantu untuk mengakses penyelesaian masalah dan menjawab pertanyaan spesifik tentang fakta objektif daripada pertanyaan informasi umum ([Hands, 2012, p. 172](#)). Dengan kata lain, siswa yang merancang solusi dapat mandiri untuk menetapkan penyelesaian tugas dan menetapkan strategi belajar. Kalkulator menambah kepercayaan diri siswa dalam menyelesaikan masalah ([Wheatley, 1980, p. 332](#)). Hal tersebut merupakan indikator dari kemandirian belajar.

Kemandirian belajar merupakan sebuah pendekatan yang penting dalam proses pembelajaran ([Fauzi & Widjajanti, 2018, p. 2](#)). Tahapan pendekatan STEM untuk melakukan revisi dapat membuat siswa mengevaluasi proses belajar, mengevaluasi hasil belajar, dan mengevaluasi diri. Hal ini diperkuat oleh penelitian [Zheng et al. \(2019\)](#) bahwa mendesain ide dan menjelaskan mengapa memilih ide tersebut dapat membimbing siswa untuk melakukan refleksi selama proses pembelajaran.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa: (1) pembelajaran matematika dengan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* efektif ditinjau dari motivasi siswa; dan (2) pembelajaran matematika dengan pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* efektif ditinjau dari kemandirian siswa. Pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* dapat dijadikan salah satu pilihan untuk meningkatkan motivasi dan kemandirian belajar. Penelitian ini dapat diterima berdasarkan hasil statistik penelitian dan didukung oleh teori-teori yang sudah ada. Oleh karena itu, pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* dapat digunakan pada pembelajaran matematika, khususnya materi statistika di kelas VIII dengan catatan memperbaiki hambatan-hambatan selama proses belajar berlangsung. Pendekatan STEM berbantuan *Wolfram Alpha* dapat optimal diterapkan pada pembelajaran matematika dengan memperhatikan kesiapan siswa dan guru untuk melakukan percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202–212. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8561>
- Asmaranti, W., & Andayani, S. (2018). Mengapa media berbasis komputer dalam pembelajaran matematika penting? Perspektif guru dan siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 6(2), 146–157. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jpms/article/view/23958>
- Bell, J., & Bell, T. (2018). Integrating computational thinking with a music education context. *Informatics in Education*, 17(2), 151–166. <https://doi.org/10.15388/infedu.2018.09>
- Bybee, R. W. (2013). *A case for STEM education*. NSTA Press.
- Chittum, J. R., Jones, B. D., Akalin, S., & Schram, Á. B. (2017). The effects of an afterschool STEM program on students' motivation and engagement. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0065-4>
- Cho, M.-H., & Shen, D. (2013). Self-regulation in online learning. *Distance Education*, 34(3), 290–301. <https://doi.org/10.1080/01587919.2013.835770>
- Dare, E. A., Ellis, J. A., & Roehrig, G. H. (2018). Understanding science teachers' implementations of integrated STEM curricular units through a phenomenological multiple case study. *International Journal of STEM Education*, 5(4), 1–19. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0101-z>
- Eom, S. (2015). The Effects of student motivation and self-regulated learning strategies on student' s perceived e-learning outcomes and satisfaction. *Proceedings of the AIS SIG-ED IAIM 2015 Conference*. <http://aisel.aisnet.org/siged2015/12>
- Ersoy, M., & Akbulut, Y. (2014). Cognitive and affective implications of persuasive technology use on mathematics instruction. *Computers & Education*, 75, 253–262. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.03.009>
- Fahuzan, K., & Santosa, R. H. (2018). Gender differences in motivation to learn math using role play game in smartphone. *Journal of Physics*, 1–7. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012130>
- Fauzi, A., & Widjajanti, D. B. (2018). Self-regulated learning: the effect on student's mathematics achievement. *ICRIEMS 5*, 1097(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012139>
- Gustiani, I., Widodo, A., & Suwarma, I. R. (2017). Development and validation of science, technology, engineering and mathematics (STEM) based instructional material. *Mathematics, Science, and Computer Science Education (MSCEIS 2016)*, 1–7. <https://doi.org/10.1063/1.4983969>
- Han, S. (2017). Korean students' attitudes toward STEM project-based learning and major selection. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, 17(2), 529–548. <https://doi.org/10.12738/estp.2017.2.0264>
- Hands, A. (2012). Wolfram|Alpha <http://www.wolframalpha.com>. *Technical Services Quarterly*, 29(2), 171–172. <https://doi.org/10.1080/07317131.2012.651027>
- Hastings, C., Mischo, K., & Morrison, M. (2015). Hands-on start to wolfram mathematica: And programming with the wolfram language. In *WolframMedia*.
- Hora, M. T., & Oleson, A. K. (2017). Examining study habits in undergraduate STEM courses from a situative perspective. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0055-6>
- Jauhariyyah, F. R., Suwono, H., & Ibrohim. (2017). Science, technology, engineering, and mathematics project based learning (STEM-PjBL) pada Pembelajaran Sains. *Pros. Seminar Pend. IPA Pascasarjana UM*, 2, 432–436. <http://tiny.cc/p4jjlz>

- Jolly, A. (2017). STEM by design: Strategies and activities for grades 4–8. In *STEM by Design: Strategies and Activities for Grades 4-8*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315679976>
- Kärkkäinen, K., & Vincent-Lancrin, S. (2013). *Sparking Innovation in STEM Education with Technology and Collaboration: A Case Study of the HP Catalyst Initiative*. OECD Publishing. <https://dx.doi.org/10.1787/5k480sj9k442-en>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kemendikbud. (2018a). *Permendikbud Nomor 23 tahun 2018 Tentang Standar Penilaian*. Kemendikbud. <https://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2009.09.030>
- Kemendikbud. (2018b). *Permendikbud Nomor 35 Tahun 2018 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah*. Kemendikbud.
- Khoiriyah, N., Abdurrahman, & Wahyudi, I. (2018). Implementasi pendekatan pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi gelombang bunyi. *JRKPF UAD*, 5(2), 53–62. <http://dx.doi.org/10.12928/jrkpf.v5i2.9977>
- Koca, F. (2016). Motivation to learn and teacher-student relationship. *Journal of International Education and Leadership*, 6(2), 1–20. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1135209.pdf>
- LaForce, M., Noble, E., & Blackwell, C. (2017). Problem-based learning (PBL) and Student interest in stem careers: The Roles of motivation and ability beliefs. *Education Sciences*, 7(4), 92. <https://doi.org/10.3390/educsci7040092>
- Larson, M. (2017). *Math education is STEM education! NCTM president's message*. <https://www.nctm.org/News-and-Calendar/Messages-from-the-President/Archive/Matt-Larson/MathEducation-Is-STEM-Education/>
- León, J., Núñez, J. L., & Liew, J. (2015). Self-determination and STEM education: Effects of autonomy, motivation, and self-regulated learning on high school math achievement. *Learning and Individual Differences*, 43, 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.08.017>
- Maryland State Department of Education. (2012). *Maryland State STEM Standard of Practice*. The Maryland State Board of Education.
- McCoy, L. (1996). Computer based mathematics learning. *Journal of Research on Computing in Education*, 438–460. <https://doi.org/10.1080/08886504.1996.10782177>
- Mias, G. (2018). Mathematica for bioinformatics. In *statistics in: Mathematica for bioinformatics* (pp. 1–384). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72377-8>
- Milaturrahmah, N., Mardiyana, M., & Pramudya, I. (2017). Mathematics learning process with science, technology, engineering, mathematics (STEM) approach in Indonesia. *International Conference on Mathematics and Science Education*, 895(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012030>
- Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive multimodal learning environments: Special issue on interactive learning environments: Contemporary issues and trends. *Educational Psychology Review*, 19(3), 309–326. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>
- Nanang. (2013). Wolfram-Alpha pada teori bilangan. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, November*, 51–58.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*.
- Nite, S. B., Margaret, M., Capraro, R. M., Morgan, J., & Peterson, C. A. (2014). Science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A longitudinal examination of secondary school intervention. *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044214>

- Ong, E. T., Ayob, A., Ibrahim, M. N., Adnan, M., Shariff, J., & Ishak, N. (2016). The effectiveness of an in-service training of early childhood teachers on stem integration through Project-Based Inquiry Learning (PIL). *Journal of Turkish Science Education, 13*(Special issue), 44–58. <https://doi.org/10.12973/tused.10170a>
- Song, L., & Hill, J. R. (2007). A conceptual model for understanding self-directed learning in online environments. *Journal of Interactive Online Learning, 6*(1), 27–42. <https://www.researchgate.net/publication/250699716>
- Stehle, S. M., & Peters-Burton, E. E. (2019). Developing student 21st century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education, 6*(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0192-1>
- Tarmizi, R. A., Ayub, A. F. M., Abu Bakar, K., & Yunus, A. S. M. (2008). Learning mathematics through utilization of technology: use of autograph technology vs handheld graphing calculator. *Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on Education and Educational Technology, 71–76*. <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2008/venice/edu/edu12.pdf>
- Voskoglou, M. G., & Buckley, S. (2012). Problem solving and computational thinking in a learning environment. *Egyptian Computer Science Journal ,ECS, 36*(4), 28–46. <https://www.researchgate.net/publication/233824384>
- Wheatley, C. L. (1980). Calculator use and problem-solving performance. *Journal for Research in Mathematics Education, 11*(5), 323–334. <https://doi.org/10.2307/749058>
- Wolfram, S. (2003). *The mathematica book* (5th ed.). Wolfram Media.
- Wong, R., & Wong, R. (2017). Alignment of motivational strategies: The perceptions of teachers and students. *Educational Practice and Theory, 39*(2), 57–85. <https://doi.org/10.7459/ept/39.2.05>
- Yates, S. M. (2002). The influence of optimism and pessimism on student achievement in mathematics. *Mathematics Education Research Journal, 14*(1), 4–15. <https://doi.org/10.1007/BF03217113>
- Zheng, J., Xing, W., Zhu, G., Chen, G., Zhao, H., & Xie, C. (2019). Profiling self-regulation behaviors in STEM learning of engineering design. *Computers & Education, 143*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103669>