

<https://doi.org/10.51574/kognitif.v2i1.404>

## Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Siswa pada Pembelajaran Matematika

Ilyas Yusuf, Ma'rufi, Nurdin

**How to cite :** Yusuf, I., Ma'rufi, Nurdin.(2022). Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Siswa pada Pembelajaran Matematika. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 2(1), 26 - 40. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v2i1.416>

To link to this article : <https://doi.org/10.51574/kognitif.v2i1.416>



Opened Access Article



Published Online on 20 Juni 2022



[Submit your paper to this journal](#)



## Motivasi Belajar Matematika Siswa Saat Pembelajaran Daring

Ilyas Yusuf<sup>1\*</sup>, Ma'rufi<sup>1</sup>, Nurdin<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Magister Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Cokroaminoto Palopo, Sulawesi Selatan, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Enrekang, Sulawesi Selatan, Indonesia

### Article Info

#### Article history:

Received Mar 3, 2022

Accepted Jun 18, 2022

Published Online Jun 20, 2022

#### Keywords:

Pendekatan STEM

Kemampuan Berpikir Kritis

Motivasi Belajar

### ABSTRACT

Pendekatan *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics* (STEM) adalah pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik dan matematika di dalam pembelajaran. Kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan berpikir dan bertindak siswa berdasarkan pengetahuan yang dimilikinya sebagai hasil belajar yang meliputi interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi. Motivasi belajar adalah dorongan yang ada dalam diri siswa untuk mengikuti pembelajaran matematika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa kelas X MIA SMA Negeri 6 Palopo setelah diterapkan pendekatan STEM. Jenis penelitian ini yaitu *pre-eksperimental*. Populasi yaitu seluruh siswa kelas X MIA SMA Negeri 6 Palopo yang terdiri dari 5 kelas. Sampel yang diambil adalah satukelas yang dipilih secara acak. Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis statistik, baik analisis statistik deskriptif maupun statistik inferensial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa setelah diterapkan pendekatan STEM dalam pembelajaran. Kemampuan berpikir kritis siswa setelah diterapkan pendekatan STEM mengalami peningkatan dari kategori sangat rendah menjadi tinggi. Motivasi belajar siswa meningkat dari kategori tinggi menjadi sangat tinggi.

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

All rights reserved



### Corresponding Author:

Ilyas Yusuf

Magister Pendidikan Matematika

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Cokroaminoto Palopo

Jl. Latamaccelling 2 No 19, Kota Palopo, 92911, Indonesia

Email: [ilyas.bilalyusuf@gmail.com](mailto:ilyas.bilalyusuf@gmail.com)

## Pendahuluan

Era revolusi digital (revoluasi industri 4.0) yang berkembang saat ini tidak bisa dihindari. Jika kita tidak mampu berubah, maka ruang gerak akan sangat sempit. Kita akan

tertinggal dalam perkembangan dunia yang semakin hari semakin maju. Untuk menghadapi era industri 4.0, lembaga pendidikan khususnya pendidikan formal tentu memiliki peran besar dalam mendidik para siswanya. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (Mendikbud) Nadiem Anwar Makarim menyampaikan dalam diklat guru belajar tahun 2020 bahwa untuk menghadapi era industri 4.0 dibutuhkan literasi dasar dan kompetensi utama siswa yaitu nilai karakter dan kemampuan dalam memecahkan masalah. Oleh karena itu, para pelaku pendidikan khususnya guru di sekolah harus mampu menyusun strategi dalam menanamkan nilai karakter pada diri siswa. Guru harus mencari berbagai metode agar siswa setelah lulus sekolah memiliki literasi dasar yang baik dan memiliki kemampuan dalam memecahkan masalah sederhana hingga masalah yang lebih kompleks.

Berdasarkan hasil studi *Programme for International Student Assessment (PISA)* dari tahun 2015 ke tahun 2018, performa Indonesia mengalami penurunan. Adapun untuk kategori kemampuan membaca, Indonesia memperoleh skor 397 di tahun 2015 dan skor 371 di tahun 2018 dengan peringkat 6 dari bawah alias peringkat 74. Untuk kategori matematika, Indonesia memperoleh skor 387 di tahun 2015 dan skor 379 di tahun 2018 dengan peringkat 7 dari bawah (73). Untuk kategori kinerja sains, Indonesia memperoleh skor 403 di tahun 2015 dan skor 396 di tahun 2018 dengan peringkat 9 dari bawah alias peringkat 71 (Tohir, 2019). Hasil PISA yang dikemukakan tersebut dapat menjadi motivasi bagi para guru di Indonesia untuk lebih bekerja keras dalam mempersiapkan siswa yang lebih berkualitas. Kemendikbud sendiri sudah merancang program Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) yang saat ini sementara diperkenalkan kepada para guru melalui diklat dalam jaringan. AKM tersebut diperlukan oleh semua siswa agar mampu mengembangkan kapasitas diri dan berpartisipasi positif dalam masyarakat. Mendikbud Nadiem Anwar Makarim mengatakan bahwa AKM dimaksudkan untuk mengukur kompetensi secara mendalam, tidak sekedar penguasaan konten. Untuk memenuhi AKM ini, siswa perlu memiliki kompetensi literasi dan kompetensi numerasi. Kedua kompetensi tersebut erat kaitannya dengan kemampuan berpikir kritis siswa. Kemampuan berpikir kritis bukanlah kemampuan yang bisa dimiliki siswa secara instan melainkan butuh proses dan pembiasaan.

Dalam kaitannya dengan pembelajaran di sekolah, peneliti memiliki pengalaman sendiri selama menjadi guru di SMA Negeri 6 Palopo. Guru masih dominan memberikan pembelajaran hanya pada penguasaan konten saja. Hal ini menjadikan siswa paham pada konten namun tidak memiliki keterampilan dalam penerapannya terutama untuk memecahkan masalah. Pembelajaran yang hanya sekedar penguasaan konten tidak dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Siswa bahkan merasa bosan dan tidak tertarik karena hanya terus menerus belajar teori. Sering muncul pertanyaan siswa mengenai untuk apa materi pelajaran itu dipelajari. Pertanyaan tersebut bisa menjadi dasar bagi guru untuk membuat rencana pembelajaran yang lebih inovatif yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa. Selain mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa, menjadikan pembelajaran di sekolah lebih bermakna merupakan hal yang penting untuk menumbuhkan motivasi belajar siswa. Motivasi merupakan hal yang sangat penting dalam belajar. Motivasi memberikan arah kegiatan belajar secara benar. Motivasi memberikan semangat seorang pelajar dalam melakukan kegiatan belajarnya (See & Novianti, 2020). Dengan membangkitkan motivasi belajar siswa, siswa dapat belajar dengan baik tanpa merasa dipaksa dalam melakukan kegiatan belajarnya. Khususnya dalam pembelajaran matematika, dengan motivasi belajar dari dalam maupun dari luar diri siswa, matematika tidak lagi dijadikan sebagai mata pelajaran yang menakutkan melainkan sebagai mata pelajaran yang mengasikkan.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan guru untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa adalah dengan menerapkan pendekatan *Science, Technology,*

*Engineering*, dan *Mathematics* (STEM) dalam pembelajaran matematika. Farwati et al., (2017) mengatakan bahwa pendekatan pendidikan STEM dapat menjadikan STEM sebagai pembelajaran yang dapat digunakan untuk menghadapi revolusi industri 4.0. Sebagaimana yang telah dikemukakan sebelumnya, bahwa untuk menghadapi revolusi industri 4.0, salah satu hal yang penting adalah siswa perlu memiliki kemampuan berpikir kritis. Selanjutnya dalam sebuah jurnal pendidikan, dikemukakan bahwa melalui pembelajaran STEM, diperoleh hasil analisis kemampuan berpikir kritis siswa yang berkembang dengan baik. Perkembangan kemampuan berpikir kritis yang dimiliki siswa menjadi keterampilan bagi siswa dalam menyusun rencana praktik sistematis dan menjadi kekuatan dalam memecahkan masalah kontekstual (Erdoğan, 2019; Morrison et al., 2020). Dalam jurnal lainnya, dikatakan bahwa implementasi pendekatan pembelajaran STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Khoiriyah et al. 2018). Ada pula jurnal pendidikan oleh Lestari et al. (2018) yang mengemukakan bahwa implementasi LKS yang dikembangkan dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Eagan et al. (2013) dalam tulisannya mengemukakan bahwa dalam pembelajaran, STEM mampu mendukung dan mengimplementasikan beberapa hal diantaranya adalah kecakapan abad 21 (4C) yaitu *collaboration*, *critical thinking*, *communicative*, dan *creative*. Dari pernyataan ini, jelas bahwa melalui pendekatan STEM, kemampuan berpikir kritis siswa dapat dikembangkan. Dalam penelitian lain oleh Winahyu et al. (2020) dikemukakan bahwa kolaborasi pembelajaran STEM membantu siswa dalam mengumpulkan dan menganalisis serta memecahkan suatu permasalahan yang terjadi serta mampu untuk memahami keterkaitan permasalahan yang satu dengan yang lainnya. Mengumpulkan, menganalisis, dan kemampuan dalam memecahkan masalah merupakan bagian dari proses kemampuan berpikir kritis. Artinya, melalui pendekatan STEM, upaya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dapat dilakukan.

Selain dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, pendekatan STEM juga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Seperti dalam jurnal penelitian yang meneliti tentang pengembangan LKS STEM, diperoleh hasil bahwa dengan menggunakan LKS STEM motivasi belajar siswa dapat ditingkatkan (Adlim & Mursal, 2015). Dalam jurnal pendidikan lainnya oleh Hani & Suwarma (2018) diungkapkan bahwa dalam pembelajaran berbasis STEM, secara keseluruhan siswa memiliki motivasi belajar IPA yang tinggi. Berdasarkan jurnal penelitian tersebut, maka peneliti menganggap bahwa pendekatan STEM dapat menjadi solusi untuk dapat meningkatkan motivasi belajar siswa.

See & Novianti (2020) mengatakan bahwa motivasi dapat muncul dalam diri seseorang apabila ada stimulasi dari luar walaupun pada dasarnya motivasi berasal dari dalam diri yang dapat kita lihat dalam bentuk aktivitas. Dalam kegiatan pembelajaran, guru memiliki tugas penting untuk melakukan berbagai usaha yang dapat mendorong siswa agar aktif dalam belajar atau melakukan kegiatan belajarnya. Hal tersebut sejalan dengan pendekatan STEM yang dalam kegiatan pembelajarannya fokus pada bagaimana siswa mampu melakukan pemecahan masalah dalam kehidupan nyata (Farwati et al., 2017). Jika dalam pembelajaran siswa didorong untuk melakukan suatu kegiatan, maka siswa tidak akan merasa bosan dan pembelajaran menjadi lebih bermakna. Semakin tinggi motivasi seseorang, maka semakin tinggi pula minat belajarnya. Winahyu et al. (2020) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa dengan pendekatan STEM minat belajar matematika siswa berada pada kategori sangat tinggi. Kenyataan tersebut mendukung upaya peningkatan motivasi belajar siswa dengan pendekatan STEM.

Sebelumnya telah diuraikan mengenai pentingnya meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa untuk menghadapi era industri 4.0. Oleh karena itu, peneliti memandang bahwa perlu melakukan suatu penelitian dengan mengimplementasikan suatu pendekatan tertentu khususnya dalam pembelajaran matematika di sekolah untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa. Sesuai uraian dari berbagai sumber di atas, maka pendekatan yang akan digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah pendekatan STEM dengan judul penelitian “Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Siswa pada Pembelajaran Matematika.” Selanjutnya dalam pembelajaran matematika dengan pendekatan STEM model pembelajaran yang sesuai dengan kolaborasi, komunikasi, berpikir kritis dan kreatif adalah pembelajaran yang berpusat pada siswa diantaranya adalah pembelajaran inkuiri, discoveri dan pembelajaran berbasis proyek (Farwati et al., 2017). Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan digunakan model pembelajaran yang berpusat pada siswa yaitu model pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM.

## Metode

Jenis penelitian ini adalah *pre-eksperimental* dengan menggunakan perlakuan pada objek penelitian dengan melibatkan satu kelompok kelas saja sebagai kelas eksperimen. Perlakuan yang dimaksud adalah penerapan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam pembelajaran matematika.

Penelitian ini menggunakan satu perlakuan yaitu pendekatan STEM pada satu kelas eksperimen. Adapun desain penelitian ini berbentuk *One Group Pretest-Posttest Design* sebagaimana disajikan pada tabel berikut (Sugiyono, 2017).

**Tabel 1.** Desain penelitian

<i>Pretest</i>	<i>Perlakuan</i>	<i>Posttest</i>
O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>

Keterangan :

- O<sub>1</sub> : Nilai siswa mengenai kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa sebelum diberi perlakuan
- O<sub>2</sub> : Nilai siswa mengenai kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa setelah diberi perlakuan
- X : Perlakuan berupa pendekatan STEM yang diterapkan dalam model pembelajaran berbasis proyek

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X MIA SMA Negeri 6 Palopo tahun ajaran 2020/2021, yang terdiri dari 5 kelas yang homogen dengan pertimbangan bahwa kelima kelas tersebut memiliki karakteristik yang sama antara lain diberikan pada tabel berikut.

**Tabel 2.** Data siswa kelas X MIA SMA Negeri 6 Palopo

Kelas	Jumlah Siswa			Rata-rata Hasil belajar Matematika	
	Laki-laki	Perempuan	Jumlah	Pengetahuan	Keterampilan
X MIA <sub>1</sub>	15	21	36	80	80
X MIA <sub>2</sub>	13	23	36	80	79
X MIA <sub>3</sub>	16	19	35	79	79
X MIA <sub>4</sub>	14	20	34	79	79
X MIA <sub>5</sub>	13	22	35	78	77

Karena populasi dianggap homogen, maka dalam penelitian ini dipilih satu kelas secara acak (*simple random sampling*) dari 5 kelas yang ada sebagai sampel. Kelas yang terpilih adalah kelas eksperimen yang akan diajar menggunakan pendekatan STEM.

## Hasil Penelitian

### Deskripsi Keterlaksanaan Pembelajaran

Sebagai awal sebelum pembelajaran dimulai, siswa diberikan *pretest* untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis siswa dan motivasi belajar matematika siswa sebelum siswa diberi perlakuan. Demikian pula di akhir setelah siswa memperoleh perlakuan, siswa diberi *posttest* untuk mengetahui ada tidaknya peningkatan yang terjadi pada kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa, serta untuk mengetahui respon siswa terhadap perlakuan yang diberikan selama proses pembelajaran. Untuk menghindari terjadinya bias, pemberian *pretest* dan *posttest* dilakukan secara tatap muka dengan tetap menerapkan protokol kesehatan di masa pandemic covid-19.

Proses pembelajaran dilakukan sebanyak tiga kali pertemuan dan selama proses pembelajaran berlangsung, dilakukan observasi terhadap keterlaksanaan pembelajaran dan aktivitas belajar siswa. Proses pembelajaran ini dilakukan secara daring sesuai dengan adanya penerapan Penguatan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM) di masa pandemic covid-19 dengan pertimbangan bahwa interaksi lebih banyak terjadi saat pembelajaran berlangsung. Selain itu, guru membuat grup chatting untuk memungkinkan terjadinya diskusi secara asinkron di luar proses pembelajaran. Adapun persentasi pencapaian keterlaksanaan pembelajaran secara klasikal adalah sebesar 84,36% yang berdasarkan tabel klasifikasi keterlaksanaan pembelajaran berada pada kategori baik. Berikut diuraikan pelaksanaan pembelajaran pada setiap pertemuan.

Pertemuan pertama diawali dengan pendahuluan seperti pada pembelajaran pada umumnya yaitu berdoa, memberi salam, dan mengecek kehadiran siswa. Yang paling utama pada kegiatan ini adalah guru menyampaikan metode pembelajaran yang akan dilaksanakan serta memastikan bahwa siswa yang telah dibagi ke dalam beberapa kelompok telah berkumpul di satu titik kelompoknya masing-masing. Proses pembelajaran selanjutnya yaitu kegiatan inti dengan mengacu pada langkah pembelajaran proyek dengan pendekatan STEM. Kegiatan ini terdiri dari pemberian stimulus kepada siswa, pemberian masalah terkait proyek yang akan dikerjakan siswa yaitu mengukur tinggi objek tertentu dengan memanfaatkan klinometer. Kekurangannya adalah bahwa interaksi antar kelompok sangat kurang. Diskusi antar kelompok lebih banyak terjadi pada grup chatting. Pada bagian akhir dari proses pembelajaran adalah kegiatan penutup. Pada bagian ini, dua diantara tiga tahapan yang telah direncanakan di dalam RPP tidak terlaksana yaitu siswa menyimpulkan kebermanfaatannya dari materi pelajaran yang telah dipelajari dan melakukan refleksi bersama guru. Adapun persentasi pencapaian keterlaksanaan pembelajaran pada pertemuan ke-1 ini adalah sebesar 76,47% yang berada pada kategori baik.

Seperti pertemuan pertama, pertemuan kedua juga dilakukan secara daring selama 60 menit. Kendala yang dihadapi pada pertemuan pertama masih dihadapi pada pertemuan kedua yaitu akses jaringan siswa yang kurang stabil sehingga durasi waktu pembelajaran melebihi dari perencanaan mencapai durasi 90 menit. Pada kegiatan inti, siswa masih mengerjakan LKS sesuai yang telah direncanakan. Pada kegiatan penutup, setiap tahapan terlaksana yaitu refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilakukan serta berdoa dan menutup kegiatan

pembelajaran. Berdasarkan data hasil observasi, diperoleh persentasi keterlaksanaan pembelajaran sebesar 85,71% yang berada pada kategori sangat baik.

Tahapan kegiatan pendahuluan pada pertemuan ke-3 sama dengan tahapan pada pertemuan sebelumnya. Pada bagian kegiatan inti, siswa yang mewakili beberapa kelompok mempresentasikan hasil dari proyek yang telah dikerjakan dengan menampilkan video yang telah dibuat dari proses pengerjaan proyek. Selanjutnya, siswa menyampaikan kendala yang dihadapi saat mengerjakan proyek yang diberikan. Adapun kendala utama yang dihadapi siswa adalah proses penentuan besar sudut elevasi. Dalam arti bahwa siswa masih kurang mahir dalam menggunakan klinometer. Guru kemudian memberikan koreksi yang membangun pada proyek yang telah dibuat siswa. Di akhir pembelajaran, guru memberikan penghargaan kepada karya siswa yang termasuk dalam kategori sangat baik. Adapun persentasi keterlaksanaan pembelajaran adalah sebesar 90,91% yang berdasarkan klasifikasi berada pada kategori sangat baik.

### Deskripsi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

Yang akan dideskripsikan pada bagian ini adalah hasil analisis deskriptif dari kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Secara ringkas data kemampuan berpikir kritis siswa disajikan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Rekapitulasi kemampuan berpikir kritis siswa

	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Ukuran sampel	30	30
Nilai terendah	3	55
Nilai tertinggi	25	100
Mean	13,90	70,67
Median	14,00	70
Range	22	45
Standar Deviasi	6,133	10,759
Varians	37,610	115,747
Skewness	0,084	1,021
Kurtosis	-0,955	0,945

Pada Tabel 3 terlihat bahwa skor kemampuan berpikir kritis siswa setelah diajar dengan menerapkan pendekatan STEM mengalami perubahan. Hal ini dapat dilihat dari perubahan skor yang terjadi pada setiap nilai dari *pretest* ke *posttest*. Hasil *pretest* kemampuan berpikir kritis menunjukkan bahwa nilai terendah sama dengan 3 dan nilai tertinggi 25. Artinya, 100% siswa memiliki kemampuan berpikir kritis pada kategori rendah ke bawah. Untuk hasil *posttest*, nilai terendah adalah 55 dan nilai tertinggi adalah 100. Artinya, kemampuan berpikir kritis siswa berada pada kategori sedang ke atas. Rata-rata *pretest* sebesar 13,90, mengindikasikan bahwa secara klasikal kemampuan berpikir kritis siswa berada pada kategori sangat rendah. Untuk rata-rata *posttest* sebesar 70,67 yang berada pada kategori tinggi. Skor median dari 14 menjadi 70. Berdasarkan kategori kemampuan berpikir kritis siswa, secara klasikal dapat dikatakan bahwa sebelum diberi perlakuan, rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa berada pada kategori sangat rendah yaitu pada interval 0 sampai 20. Setelah siswa diberi perlakuan, rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa berada pada kategori tinggi yaitu pada interval 60 sampai 80.

Adapun jika ditinjau dari nilai skewness (sk) dan kurtosis (kr), pada data *pretest* nilai sk = 0,084 dengan kr = -0,955, dan data *posttest* nilai sk = 1,021 dengan kr = 0,945. Nilai skewness tersebut mengindikasikan bahwa distribusi data *pretest* miring ke kiri namun tidak begitu jauh dan distribusi data *posttest* miring ke kiri melebihi kemiringan distribusi data *pretest*. Artinya, nilai skewness pada data *pretest* dan *posttest* positif maka baik sebelum maupun sesudah siswa



diajar dengan menerapkan pendekatan STEM pada pembelajaran matematika, kemampuan berpikir kritis siswamasih cenderung pada kategori bawah. Untuk nilai kurtosis menunjukkan bahwa kurva distribusi data *posttest* lebih runcing dibandingkan dengan data *pretest*. Artinya, data kemampuan berpikir kritis sebelum siswa diberi perlakuan menyebar sementara untuk data kemampuan berpikir kritis siswa setelah diberi perlakuan terdapat suatu data yang mendominasi.

### Deskripsi Motivasi Belajar Matematika Siswa

Yang akan dideskripsikan pada bagian ini adalah hasil analisis deskriptif dari motivasi belajar matematika siswa sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Secara ringkas data motivasi belajar matematika siswa disajikan pada tabel 4.

**Tabel 4.** Rekapitulasi motivasi belajar siswa

	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Ukuran sampel	30	30
Nilai terendah	58	62
Nilai tertinggi	89	97
Mean	71,57	80,83
Median	71,50	78,00
Range	31	35
Standar Deviasi	8,605	10,857
Varians	74,047	117,868
Skewness	0,314	0,025
Kurtosis	-0,689	-1,326

Pada Tabel 4 terlihat bahwa skor motivasi belajar matematika siswa setelah diajar dengan menerapkan pendekatan STEM mengalami perubahan yang positif. Hal ini dapat dilihat dari perubahan skor yang terjadi pada nilai terendah dari 58 menjadi 62, nilai tertinggi dari 89 menjadi 97, rata-rata kelas dari 71,57 menjadi 80,83, serta perubahan skor median dari 71,50 menjadi 78,00. Berdasarkan kategori kemampuan berpikir kritis siswa, secara klasikal dapat dikatakan bahwa sebelum diberi perlakuan, rata-rata motivasi belajar matematika siswa berada pada kategori tinggi yaitu pada interval 60 sampai 80. Setelah siswa diberi perlakuan, rata-rata motivasi belajar matematika berada pada kategori sangat tinggi yaitu pada interval 80 sampai 100.

Adapun jika ditinjau dari nilai skewness (sk) dan kurtosis (kr), pada data *pretest* nilai  $sk = 0,314$  dengan  $kr = -0,689$ , dan data *posttest* nilai  $sk = 0,025$  dengan  $kr = -1,326$ . Nilai skewness tersebut mengindikasikan bahwa distribusi data *pretest* miring ke kiri melebihi kemiringan dari distribusi data *posttest*. Artinya, data *pretest* tersebar pada kategori lebih di bawah dibandingkan dengan distribusi data *posttest*. Untuk nilai kurtosis menunjukkan bahwa kurva distribusi data *posttest* lebih tumpul dibandingkan dengan data *pretest*. Artinya, data motivasi belajar matematika siswa setelah siswa diberi perlakuan menyebar yang mengindikasikan bahwa motivasi belajar matematika siswa mulai merata.

### Deskripsi Aktivitas Siswa

Pada bagian ini, akan di deskripsikan aktivitas belajar siswa selama prose pembelajaran atau selama pemberian perlakuan di dalam kelas eksperimen mulai dari aktivitas siswa pada pertemuan pertama sampai pada pertemuan ketiga. Aitivitas siswa ini diamati observer yang ikut bergabung dalam setiap pembelajaran yang dilakukan secara daring. Terdapat 10 aspek yang diamati pada aktivitas belajar siswa.



Pada pertemuan pertama, dari sepuluh aspek yang diamati terdapat tiga aspek memperoleh skor 3, enam aspek memperoleh skor 2 dan satu aspek memperoleh skor 1. Skor total yang diperoleh dari aktivitas siswa pada pertemuan pertama adalah sebesar 73,33% yang berada pada kategori Baik. Pada pertemuan kedua, dari sepuluh aspek yang diamati terdapat lima aspek memperoleh skor 3, dan lima aspek memperoleh skor 2. Skor total yang diperoleh dari aktivitas siswa pada pertemuan kedua ini adalah sebesar 83,33% yang berada pada kategori baik. Nilai ini sudah mengalami kenaikan dari pertemuan pertama yakni sebesar 10%. Kendala pada pertemuan pertama ditemukan pada pertemuan kedua yakni masalah pada jaringan yang tidak stabil. Akan tetapi, pada pertemuan kedua ini siswa dalam setiap kelompok sudah mulai beradaptasi dengan kondisi dan suasana belajar sehingga interaksi timbal balik semakin baik antara siswa dan guru. Siswa tampak antusias ketika mereka berhasil menjawab LKS atau pertanyaan guru dengan benar. Pada pertemuan ketiga, dari sepuluh aspek yang diamati terdapat enam aspek memperoleh skor 3, dan empat aspek memperoleh skor 2. Skor total yang diperoleh dari aktivitas siswa pada pertemuan ketiga ini adalah sebesar 86,67% yang berada pada kategori sangat baik.

### **Deskripsi Respon Siswa terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM**

Respon siswa yang akan dideskripsikan pada bagian ini adalah respon siswa terkait pendekatan pembelajaran STEM yang diterapkan pada pembelajaran matematika terkait materi perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku. Berdasarkan hasil dari pemberian angket respon, diperoleh data bahwa 20 % siswa memilih respon positif sangat sesuai, 43 % memilih sesuai, 32 % memilih cukup sesuai, 4% yang memilih tidak sesuai, dan 1 % yang memilih sangat tidak sesuai. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2f.

Berdasarkan data di atas diketahui bahwa total rata-rata respon siswa terhadap pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika yang memilih sangat sesuai, sesuai dan cukup sesuai adalah sebesar 95%. Total rata-rata yang memilih tidak sesuai dan sangat tidak sesuai sebesar 5%. Hal ini mengindikasikan bahwa siswa memberikan respon yang baik terhadap pendekatan STEM dalam pembelajaran. Untuk rata-rata skor yang diperoleh secara klasikal adalah sebesar 75,47%. Berdasarkan tabel kategori respon siswa, angka tersebut berada pada kategori baik.

### **Deskripsi Hasil Analisis Data**

Analisis data dalam penelitian ini terdiri dari hasil uji prasyarat analisis, dan uji hipotesis. Uji prasyarat analisis terdiri dari uji normalitas pada data *pretest* dan *posttest*. Uji hipotesis menggunakan uji-t untuk mengetahui adakah perbedaan yang terjadi pada data *pretest* dan *posttest*, lalu dilanjutkan dengan uji n-gain untuk mengetahui ada tidaknya peningkatan dari *pretest* ke *posttest*.

#### **a. Hasil Uji Prasyarat Analisis**

Uji prasyarat analisis yang dilakukan adalah uji normalitas. Uji normalitas data yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan bantuan SPSS. Data berdistribusi normal jika nilai-*p* pada uji *Kolmogorov-Smirnov* lebih dari alpha ( $\alpha=0,05$ ).

Hasil komputasi pengujian normalitas data selengkapnya terdapat pada lampiran 3c dan 3d. Rangkuman hasilnya dilampirkan pada tabel 15 berikut.

**Tabel 5.** Hasil uji normalitas data penelitian

Sumber	Nilai-p	A	Keputusan	Kesimpulan
<i>Pretest</i> Kemampuan Berpikir Kritis	0,193	0,05	Nilai- $p > \alpha$	Normal
<i>Posttest</i> Kemampuan Berpikir Kritis	0,095	0,05	Nilai- $p > \alpha$	Normal
<i>Pretest</i> Motivasi Belajar	0,200	0,05	Nilai- $p > \alpha$	Normal
<i>Posttest</i> Motivasi Belajar	0,134	0,05	Nilai- $p > \alpha$	Normal

Berdasarkan hasil uji normalitas di atas, diperoleh nilai- $p$  pada kolom *Kolmogorov-smirnov* untuk semua data lebih dari 0,05. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semua data dalam penelitian ini berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

#### b. Hasil Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan setelah uji normalitas terpenuhi. Sebelum melakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji beda rata-rata antara data *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen. Hipotesisnya adalah sebagai berikut.

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$  (tidak terdapat perbedaan rata-rata antara nilai *pretest* dan nilai *posttest* pada kelas eksperimen)

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$  (terdapat perbedaan rata-rata antara nilai *pretest* dan nilai *posttest* pada kelas eksperimen)

Uji terhadap rata-rata ini menggunakan *paired sample t-test* dengan bantuan SPSS. Berikut adalah tabel yang menunjukkan hasil uji beda rata-rata antara *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen.

**Tabel 6.** Hasil uji beda rata-rata

Sumber	Sig.	$\alpha$	Keputusan	Kesimpulan
Kemampuan Berpikir Kritis	0,000	0,05	Sig < $\alpha$	Ada perbedaan rata-rata
Motivasi Belajar	0,000	0,05	Sig < $\alpha$	Ada perbedaan rata-rata

Berdasarkan data di atas, diperoleh terdapat perbedaan rata-rata antara nilai pretes dan posttest pada data kemampuan berpikir kritis dan data motivasi belajar matematika siswa. Selanjutnya, akan dilakukan uji *n-gain score* untuk menjawab hipotesis penelitian.

Uji hipotesis pertama dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dan untuk uji hipotesis kedua dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan motivasi belajar matematika siswa pada kelas X MIA SMA Negeri 6 Palopo setelah diterapkan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika. Berdasarkan hasil analisis menggunakan SPSS diperoleh hasil perhitungan uji *n-gain score* sebagai berikut.

**Tabel 7.** Hasil uji *n-gain score*

Data	Kemampuan Berpikir Kritis	Motivasi Belajar
Rata rata	0,66	0,34
Terendah	0,47	0,02
Tertinggi	1,00	0,86

Berdasarkan hasil perhitungan dari uji *n-gain score* diketahui bahwa nilai rata-rata *n-gain* untuk data kemampuan berpikir kritis siswa adalah sebesar 0,66. Nilai tersebut termasuk

dalam kategori sedang. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa kelas X MIA SMA Negeri 6 Palopo setelah diterapkan pendekatan STEM. Selanjutnya, nilai rata-rata *n-gain* untuk data motivasi belajar siswa adalah sebesar 0,34. Nilai tersebut termasuk dalam kategori sedang. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan motivasi belajar siswa kelas X MIA SMA Negeri 6 Palopo setelah diterapkan pendekatan STEM

## Diskusi

### **Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dengan Menerapkan Pendekatan STEM dalam Pembelajaran Matematika**

Penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini dapat dijelaskan oleh nilai rata-rata *n-gain* yang diukur setelah siswa diberi *pretest* dan *posttest* dengan perlakuan berupa penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika khususnya pada materi perbandingan trigonometri. Hasil yang terlihat adalah bahwa nilai tes awal kemampuan berpikir kritis siswa yang sangat rendah mengalami peningkatan. Pada tes awal, siswa benar-benar tidak mampu memberikan interpretasi pada beberapa soal yang diberikan dan pada tes akhir hampir seluruh siswa dapat memberikan interpretasi pada setiap soal yang diberikan. Adapun kemampuan dalam menganalisis soal juga tampak meningkat. Pada tes awal, siswa hanya mampu langsung melakukan perhitungan tanpa adanya proses analisis terlebih dahulu. Pada tes akhir, siswa sudah mampu menggambarkan hasil analisis yang kemudian memberikan model matematis untuk dapat digunakan dalam melakukan perhitungan. Untuk kemampuan siswa dalam melakukan evaluasi juga sudah meningkat pada pemberian tes akhir. Sementara untuk pembuatan inferensi, siswa masih cenderung tidak dapat memberikan inferensi yang baik. Siswa hanya melakukan proses sampai pada tahap evaluasi. Namun kurang mampu untuk memberikan kesimpulan dari perhitungan yang telah dilakukan.

Kemampuan berpikir kritis siswa pada aspek membuat inferensi siswa yang masih kurang dapat dilihat pada saat proses pembelajaran berlangsung ([Farib et al., 2019](#); [Mujib & Mardiyah, 2017](#)). Pada akhir pembelajaran, guru sulit untuk mengajak siswa dalam memberikan kesimpulan dari serangkaian pembelajaran yang telah dilalui. Salah satu kendala yang dapat diamati adalah kemampuan siswa dalam menyusun kata-kata atau menyampaikan ide-ide ke dalam bahasa mereka masih rendah. Selain itu, rasa percaya diri yang kurang juga menjadi salah satu penyebab. Oleh karena itu, siswa perlu diberi kesempatan untuk membentuk kebiasaan berpikir, bukan hanya sekedar menghitung namun dapat menginterpretasikan hasil dari perhitungan yang diperoleh ([Putri et al., 2020](#)). Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan pendekatan STEM dalam pembelajaran.

Perubahan kemampuan berpikir kritis yang juga secara langsung dapat dilihat oleh peneliti di lapangan adalah adanya perubahan tingkah laku siswa dari pertemuan ke pertemuan selama proses belajar. Pada awalnya siswa tampak bingung karena belum terbiasa dengan lembar kegiatan siswa (LKS). Namun pada pertemuan berikutnya, siswa mulai memahami bagaimana guru berusaha menggiring mereka agar dapat mengasah kebiasaan untuk berpikir. Bukan langsung disuguhkan materi, melainkan siswa berusaha untuk memahami sendiri materi yang akan dipelajari bahkan mengetahui kebermanfaatan dari materi tersebut. Selain itu, penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran mengajak siswa dalam membuat suatu proyek tertentu ([Eagan et al., 2013](#); [Shanta & Wells, 2022](#)). Tahapan tersebut menjadikan siswa menjadi lebih aktif dalam pembelajaran. Siswa banyak bertanya, mulai menanggapi pernyataan dan pertanyaan, sampai pada mengkonfirmasi hasil dari proses belajar yang telah dilakukan.

Sebagai contoh di lapangan, walaupun di masa pandemic yang mengharuskan siswa belajar secara daring, dengan jaringan internet yang tidak stabil pun siswa masih berusaha menunjukkan antusiasnya dalam belajar. Jika siswa tidak sempat menyampaikan pertanyaan ketika pembelajaran berlangsung secara daring, maka mereka memanfaatkan media sosial lainnya untuk memperoleh jawaban dari pertanyaan yang timbul dari proses belajar yang mereka lakukan (Nemati et al., 2017). Kebiasaan-kebiasaan tersebut merupakan bagian dari usaha siswa dalam meningkatkan kebiasaan berpikir.

Berdasarkan uraian dari pembahasan di atas, maka dapat dikatakan bahwa penerapan pendekatan STEM efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Penerapan pendekatan STEM dapat dikatakan mengubah pola pikir siswa dari menunggu diberikan menjadi berusaha mendapatkan. Pada akhirnya, jika siswa sudah mulai memiliki *habit of mind*, maka di masa yang akan datang siswa akan mampu mengenali sendiri apa dan bagaimana mereka harus berbuat dalam persaingan di era industri 4.0 ini.

### **Peningkatan Motivasi Belajar Siswa dengan Menerapkan Pendekatan STEM dalam Pembelajaran Matematika**

Di masa pandemic covid-19 ini, guru perlu mencari solusi pada masalah yang dihadapi siswa yakni kesulitan dan tidak adanya motivasi belajar pada diri siswa. Pemberian tugas hanya membuat siswa menjadi semakin jenuh. Khususnya matematika, siswa akan menghadapi kesulitan jika mereka hanya sekedar mengerjakan tanpa memahami. Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika. Berdasarkan hasil pengujian hipotesis diperoleh data bahwa terdapat peningkatan motivasi belajar siswa setelah diterapkan pendekatan STEM. Beberapa aspek yang diamati yang mendukung hasil uji hipotesis tersebut akan diuraikan sesuai dengan pengalaman peneliti selama proses pembelajaran mulai dari pertemuan pertama sampai pada pertemuan ketiga. Mulai dari ketika siswa masih tidak biasa sampai pada tahapan ketika siswa dapat memberikan karya dari proses belajar yang dilakukan.

Pada pertemuan pertama, siswa masih cenderung tidak aktif dan tidak percaya diri. Ketika pembelajaran masuk pada kegiatan inti, siswa sudah mulai menunjukkan adanya dorongan untuk bekerja. Pembagian LKS yang dikerjakan secara berkelompok menimbulkan hasrat dan keinginan siswa untuk dapat menyelesaikannya tepat waktu. Pada pertemuan pertama ini, karena jaringan siswa yang tidak stabil, guru harus beberapa kali mengulang arahan-arahan atau membimbing siswa dalam menyelesaikan LKSnya. Pada tahapan presentasi LKS, siswa dengan hasil yang benar diberi penghargaan oleh guru. Penghargaan tersebut membuat siswa dalam kelompoknya merasa senang dengan saling bertepuk tangan menunjukkan rasa puas atas hasil yang diperoleh (Walter & Barros, 2011). Pada pertemuan pertama ini jelas tampak bahwa dengan menerapkan pendekatan STEM dalam pembelajaran dapat menimbulkan hasrat dan keinginan, dorongan dan kebutuhan, serta penghargaan bagi siswa dalam belajar.

Pada pertemuan kedua, siswa mulai memahami jalannya proses pembelajaran. Dorongan dan semangat belajar siswa dengan adanya pemberian proyek yang harus dikerjakan siswa secara berkelompok. Guru mulai menggiring siswa untuk dapat menyelesaikan proyek tepat waktu dan menjanjikan penghargaan bagi proyek siswa yang dianggap paling baik. Langkah tersebut memicu harapan siswa untuk berusaha lebih keras belajar. Siswa tidak merasa bosan karena tugas yang diberikan tidak hanya sekedar menghitung melainkan merakit alat tertentu dan memanfaatkannya dalam menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Selain itu, tindaklanjut dari pertemuan ini adalah adanya video dokumentasi dari pembuatan proyek yang dikerjakan oleh siswa. Tahapan ini merupakan sesuatu yang baru bagi siswa sehingga siswa merasa tertantang dan kegiatan yang dilakukan siswa menjadi lebih menarik. Yang perlu menjadi catatan adalah bahwa selama siswa mengerjakan proyek, intensitas bertanya siswa semakin tinggi. Hal itu tentu didorong oleh keinginan dan harapan akan terselesaikannya proyek siswa dengan baik ([Lee et al., 2019](#); [Pekrun et al., 2004](#)). Guru bahkan tidak perlu meminta siswa bertanya, melainkan siswa sendiri yang mulai membutuhkan informasi.

Selanjutnya pada pertemuan ketiga, kegiatan belajar menjadi semakin menarik dengan adanya presentasi dari siswa berupa video yang telah dibuat sebagai hasil dari proyek yang diberikan kepada siswa. Pada pertemuan ketiga ini, siswa semakin antusias dan merasakan kebermanfaatan dari materi yang dipelajari yang pada akhirnya mendorong siswa untuk dapat menyampaikan beberapa kesimpulan dari kegiatan belajar yang sudah dilalui. Berdasarkan uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika merupakan salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. Serangkaian kegiatan bermakna dalam proses pembelajaran dengan pendekatan STEM memicu semangat belajar siswa sehingga mereka terdorong untuk berusaha dalam mencapai tujuan belajar yang diinginkan ([Hani & Suwama, 2018](#)). Adanya motivasi dalam belajar tentu akan membantu siswa dalam menyelesaikan pendidikannya dengan baik ([Mayana et al., 2021](#); [See & Novianti, 2020](#)). Dengan adanya motivasi baik motivasi dari dalam diri maupun motivasi dari luar dapat meningkatkan keinginan belajar siswa. Oleh karena itu, guru perlu menerapkan pendekatan STEM dalam pembelajaran khususnya pada mata pelajaran matematika.

## **Simpulan**

Dari temuan hasil penelitian, disimpulkan bahwa: *pertama*, keterlaksanaan pembelajaran matematika melalui pendekatan STEM semakin baik. *Kedua*, sebelum siswa diberi perlakuan berupa pendekatan STEM dalam pembelajaran, kemampuan berpikir kritis siswa berada pada kategori sangat rendah. Setelah siswa diberi perlakuan, kemampuan berpikir kritis siswa yang berada pada kategori tinggi. *Ketiga*, sebelum siswa diberi perlakuan motivasi belajar siswa berada pada kategori tinggi, setelah siswa diberi perlakuan, motivasi belajar siswa berada pada kategori sangat tinggi. *Keempat*, rata-rata aktivitas belajar siswa dari pertemuan pertama, kedua, dan ketiga berada pada kategori baik. Sehingga, rata-rata aktivitas belajar siswa dari pertemuan pertama sampai pada pertemuan ketiga selalu mengalami kenaikan. *Kelima*, siswa memberikan respon yang baik terhadap pendekatan STEM dalam pembelajaran. *Keenam*, terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa setelah diterapkan pendekatan STEM dalam pembelajaran. Rata-rata *n-gain score* diperoleh berada pada kategori sedang. Artinya, kemampuan berpikir kritis siswa meningkat dalam kategori sedang. *Terakhir*, terdapat peningkatan motivasi belajar siswa setelah diterapkan pendekatan STEM dalam pembelajaran. Rata-rata *n-gain score* berada pada kategori sedang. Artinya, motivasi belajar siswa meningkat dalam kategori sedang.

## **Konflik Kepentingan**

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan

## Referensi

- Adlim, A., & Mursal, M. (2015). Pengembangan Lks Stem (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Dalam Meningkatkan Motivasi Dan Aktivitas Belajar Siswa Sma Negeri 1 Beutong Pada Materi Induksi Elektromagnetik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 3(1).
- Eagan, M. K., Hurtado, S., Chang, M. J., Garcia, G. A., Herrera, F. A., & Garibay, J. C. (2013). Making a Difference in Science Education: The Impact of Undergraduate Research Programs. *American Educational Research Journal*, 50(4).  
<https://doi.org/10.3102/0002831213482038>
- Erdoğan, V. (2019). Integrating 4C Skills of 21st Century into 4 Language Skills in EFL Classes. In *International Journal of Education and Research* (Vol. 7, Issue 11).
- Farib, P. M., Ikhsan, M., & Subianto, M. (2019). Proses berpikir kritis matematis siswa sekolah menengah pertama melalui discovery learning. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 6(1).  
<https://doi.org/10.21831/jrpm.v6i1.21396>
- Farwati, R., Permanasari, A., Firman, H., & Suhery, T. (2017). Integrasi problem based learning dalam STEM education berorientasi pada aktualisasi literasi lingkungan dan kreativitas. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA*.
- Hani, R., & Suwarma, I. R. (2018). Profil motivasi belajar ipa siswa sekolah menengah pertama dalam pembelajaran ipa berbasis STEM. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 3(1).  
<https://doi.org/10.17509/wapfi.v3i1.10942>
- Lee, Y., Capraro, R. M., & Bicer, A. (2019). Affective Mathematics Engagement: a Comparison of STEM PBL Versus Non-STEM PBL Instruction. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(3), 270–289.  
<https://doi.org/10.1007/s42330-019-00050-0>
- Lestari, D. A. B., Astuti, B., & Darsono, T. (2018). Implementasi LKS Dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 4(2).  
<https://doi.org/10.29303/jpft.v4i2.809>
- Mayana, I., Sthephani, A., Effendi, L. A., & Yolanda, F. (2021). Motivasi Belajar Siswa Terhadap Penggunaan Macromedia Flash 8 Dimasa Pandemi Covid-19. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 1(2).  
<https://doi.org/10.51574/kognitif.v1i2.109>
- Morrison, J., Frost, J., Gotch, C., McDuffie, A. R., Austin, B., & French, B. (2020). Teachers' Role in Students' Learning at a Project-Based STEM High School: Implications for Teacher Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*.  
<https://doi.org/10.1007/s10763-020-10108-3>
- Mujib, M., & Mardiyah, M. (2017). Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Berdasarkan Kecerdasan Multiple Intelligences. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2).  
<https://doi.org/10.24042/ajpm.v8i2.2024>
- Nemati, M., Alavi, S. M., Mohebbi, H., & Masjedlou, A. P. (2017). Teachers' writing proficiency and assessment ability: the missing link in teachers' written corrective feedback practice in an Iranian EFL context. *Language Testing in Asia*, 7(1).  
<https://doi.org/10.1186/s40468-017-0053-0>
- Pekrun, R., Goetz, T., Perry, R. P., Kramer, K., Hochstadt, M., & Molfenter, S. (2004). Beyond test anxiety: Development and validation of the test emotions questionnaire (TEQ). *Anxiety, Stress & Coping*, 17(3), 287–316.  
<https://doi.org/10.1080/10615800412331303847>



- Putri, A., Sumardani, D., Rahayu, W., & Hajizah, M. N. (2020). Kemampuan berpikir kritis matematis menggunakan model generative learning dan connecting, organizing, reflecting, extending (CORE). *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(1). <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i1.2617>
- See, S., & Novianti, C. (2020). Pengaruh Kompetensi Pedagogik Terhadap Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal Basicedu*, 4(4). <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i4.522>
- Shanta, S., & Wells, J. G. (2022). T/E design based learning: assessing student critical thinking and problem solving abilities. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(1). <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09608-8>
- Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kualitatif: Untuk penelitian yang bersifat: eksploratif, enterpretif, interaktif, dan konstruktif. Bandung: Alfabeta. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9).
- Tohir, M. (2019). Hasil PISA Indonesia Tahun 2018 Turun Dibanding Tahun 2015 (Indonesia's PISA Results in 2018 are Lower than 2015). *Open Science Framework*, 2.
- Walter, J. G., & Barros, T. (2011). Students build mathematical theory: Semantic warrants in argumentation. *Educational Studies in Mathematics*, 78(3), 323–342. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9326-1>
- Winahyu, W., Ma'rufi, M., & Ilyas, M. (2020). Pengaruh pendekatan stem berbasis etnomatematika terhadap pemahaman konsep dan minat belajar siswa kelas v min pangkajene kepulauan. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2). <https://doi.org/10.30605/pedagogy.v5i2.419>