

Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* dengan Pendekatan STEM pada Materi Hukum-Hukum Termodinamika

Faisal*, Tineke Makahinda, Patricia Mardiana Silangen

Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Manado, Tondano, 95619, Indonesia

*E-mail: 18505024@unima.ac.id

Diterima 05 Juni 2022; Disetujui 21 Juni 2022

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penerapan model pembelajaran *project based learning* dengan pendekatan STEM pada materi hukum-hukum termodinamika terhadap hasil belajar peserta didik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pre-eksperimen dengan desain *one group pretest-posttest design*. Sampel penelitian berjumlah 28 peserta didik. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan aplikasi SPSS 25. Dari hasil analisis data diperoleh nilai rata-rata *pretest* 49,82 dan *posttest* 80,54. Dari pengujian hipotesis menggunakan uji-t *paired sample test* diperoleh nilai sig. (2-tailed) adalah sebesar $0,000 < 0,05$. maka pada data tersebut menunjukkan bahwa terdapat peningkatan hasil belajar peserta didik menggunakan model pembelajaran *project based learning* dengan pendekatan STEM. dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata skor hasil belajar fisika peserta didik yang diberikan perlakuan dengan menggunakan penerapan model pembelajaran *project based learning* dengan pendekatan STEM lebih tinggi dari nilai rata-rata hasil belajar fisika sebelum diberikan perlakuan.

Kata kunci : *Project Based Learning*, Hasil Belajar

ABSTRACT

This research was conducted to determine the application of a project-based learning model with a STEM approach to the material of thermodynamic laws to student learning outcomes. The method used in this study was pre-experiment with a one group pretest-posttest design. The study sample was 28 learners. Data analysis in this study used the SPSS 25 application. From the results of data analysis, the average pretest value was obtained 49.82 and posttest 80.54. From hypothesis testing using the t-test paired sample test obtained sig values. (2-tailed) is by $0.000 < 0.05$. then the data shows that there is an increase in student learning outcomes using a project-based learning model with a STEM approach. thus, it can be concluded that the average score of physics learning outcomes of students given treatment using the application of a project-based learning model with a STEM approach is higher than the average score of physics learning outcomes before being given treatment.

Keywords : *Project Based Learning, Learning Outcomes*

1. PENDAHULUAN

Model pembelajaran merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam belajar. Oleh karena itu, pendidik dituntut agar dapat menerapkan model pembelajaran yang menarik dan efektif untuk digunakan dalam kegiatan proses belajar mengajar dan disesuaikan dengan karakteristik peserta didik serta materi pelajaran yang akan diberikan sehingga dapat meningkatkan aktivitas peserta didik dalam kegiatan belajar. Selain dalam menerapkan model pembelajaran pendidik harus memperhatikan dan menyesuaikan dengan kondisi kelas dan tujuan yang hendak dicapai dalam pembelajaran tersebut. Sampai saat ini banyak diperkenalkan model pembelajaran yang

merangsang peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif. Namun, hasil temuan dilapangan menunjukkan bahwa masih banyak pendidik yang menerapkan pembelajaran yang berpusat pada mereka. Sehingga memicu lemahnya kemampuan belajar peserta didik. pembelajaran yang berpusat pada pendidik kurang mendukung usaha pengembangan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Salah satu model pembelajaran yang dapat meningkatkan kreatifitas peserta didik dalam proses pembelajaran sehingga nantinya akan memberi dampak terhadap peningkatan hasil belajar adalah model *project based learning* dengan pendekatan STEM (Sudiatmika I. Ketut, 2020)

Kurikulum 2013 dijelaskan bahwa *project based learning* adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek sebagai inti pembelajaran. Model pembelajaran ini menuntut siswa untuk membuat proyek yang berhubungan dengan mata pelajaran yang terkait. Model *Project Based Learning* merupakan salah satu pilihan untuk mempermudah pemahaman terhadap materi pelajaran yang sedang dibahas karena memberikan praktek secara langsung bukan hanya abstrak sehingga apabila menemukan masalah dalam pembelajaran siswa mampu menganalisis masalah, memberikan tanggapan kritis terhadap masalah, dan menemukan solusi serta memudahkan pendidik dalam memberikan pengalaman belajar kepada peserta didik (Dywan A. Aureola., Airlanda G. Septian, 2020). Pendekatan STEM merupakan suatu pendekatan dalam pendidikan dimana sains, teknologi, teknik dan matematika terintegrasi dalam proses pendidikan yang berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan nyata. Dalam pembelajaran yang menggunakan pendekatan STEM, peserta didik difasilitasi dan diarahkan untuk mengembangkan diri dalam hal kreativitas dan inovasi produk. Selain itu, pendekatan pembelajaran berbasis STEM ini mampu menciptakan sebuah sistem pembelajaran yang kohesif karena ke empat aspek digunakan secara bersamaan untuk menyelesaikan masalah (Maulana, 2020).

Model pembelajaran *project based learning* dengan pendekatan STEM adalah suatu pembelajaran dimana siswa diberikan suatu proyek untuk menyelesaikan permasalahan yang dilandasi aspek-aspek STEM yaitu *science, technology, engineering dan mathematics*. Kajian ini menekankan bahwa model *project based learning* dengan pendekatan STEM baik diaplikasikan dalam pembelajaran fisika karena dapat membuat peserta didik menjadi kreatif, aktif, dapat mengeksplor kemampuan yang dimiliki serta dapat mempersiapkan peserta didik agar dapat bersaing di era kemajuan teknologi (Erlinawati C. Eka, 2019). Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam proses pembelajaran fisika khususnya pada materi hukum-hukum termodinamika penerapan model *project based learning* dengan pendekatan STEM sangat penting karena memberikan pelatihan kepada peserta didik untuk mengintegrasikan

setiap aspek sekaligus. STEM mengintegrasikan ke empat komponen ilmu yaitu sains, teknologi, teknik dan matematika. Sains adalah kemampuan pengetahuan dalam memahami fenomena alam dalam kehidupan nyata. Teknologi adalah kemampuan dalam mengenal, menganalisis, mengembangkan teknologi baru yang mempengaruhi kehidupan masyarakat. Teknik adalah kemampuan tentang pengembangan teknologi melalui proses desain rekayasa berupa proyek dalam pembelajaran. Matematika adalah kemampuan dalam menganalisis, merumuskan, memecahkan masalah dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika dalam menerapkan berbagai situasi yang berbeda. Teori ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wijayanto T. dkk (2020) dengan judul Pengaruh model pembelajaran *project based learning* dengan pendekatan STEM terhadap hasil belajar siswa SMA bahwa model pembelajaran ini sangat potensial untuk memberikan pembelajaran yang bermakna karena dapat melatih siswa untuk melakukan pemecahan masalah melalui sebuah proyek dalam kehidupan sehari-hari yang dapat mempengaruhi hasil belajar meningkat. Hal inilah yang kemudian memotivasi penulis untuk melakukan penelitian dengan judul “Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* Dengan Pendekatan STEM Pada Materi Hukum-Hukum Termodinamika”.

2. KAJIAN LITERATUR

(Trianto Ibnu Badar Al-Tabany dalam Anggara Yugo Pratama, 2020) mengemukakan bahwa *Project Based Learning* merupakan kegiatan belajar yang terpaku pada siswa untuk memecahkan masalah dan menambah peluang siswa secara individu dengan menghasilkan karya. *Project Based Learning* atau yang sering disebut kegiatan belajar yang mengandung unsur proyek adalah salah satu model belajar yang memfokuskan pada aktifitas peserta didik yang berupa pengumpulan data dan pemanfaatannya, menggunakan kegiatan sebagai tujuan untuk menghasilkan sesuatu yang bermanfaat bagi kehidupan siswa, namun tetap terkait dengan kompetensi dasar dalam kurikulum. Depdiknas menegaskan bahwa pembelajaran berbasis proyek/tugas terstruktur (*Project Based Learning*) merupakan pembelajaran

yang membutuhkan suatu pembelajaran komprehensif dimana lingkungan belajar peserta didik kelas didesain agar siswa dapat melakukan penyelidikan terhadap masalah autentik termasuk pendalaman suatu materi pelajaran dan melaksanakan tugas bermakna lainnya. Pembelajaran ini menekankan peserta didik untuk bekerja mandiri dalam mengkonstruksi (membentuk pembelajaran) mengakumulasi dalam produk nyata. Berdasarkan pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa model *Project Based Learning* merupakan pembelajaran yang menurut peserta didik untuk meningkatkan kreativitas agar dapat memahami dan mendapatkan jalan keluar lalu diimplementasikan pada suatu produk, kemudian peserta didik mendapatkan alurnya sendiri di dalam proses belajar.

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) adalah pendekatan yang saat ini digunakan di berbagai jenjang pendidikan untuk menghasilkan sumber daya manusia yang unggul dan dapat bersaing di dunia pendidikan karena STEM dapat menuntut siswa untuk mengkaji dan meninjau secara ilmiah yang dapat berguna bagi kehidupan sehari-harinya. Dalam Termodinamika sains dapat diartikan sebagai kajian tentang fenomena-fenomena yang memiliki keterkaitan dengan termodinamika melibatkan observasi serta pengukuran. Teknologi merupakan aplikasi dan inovasi yang dilakukan manusia dengan memanfaatkan pengetahuannya terhadap sains untuk memodifikasi alat guna memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia. *engineering* dalam termodinamika merupakan pengetahuan dan keterampilan untuk mengaplikasikan pengetahuan termodinamika untuk mendesain dan mengkonstruksi mesin dan peralatan. Sedangkan matematika diperlukan dalam pengelolaan data dan pola-pola dan hubungan antar variabel dalam termodinamika (Egon, 2018). STEM adalah suatu pendekatan yang dapat mempelajari berbagai konsep akademik yang disandingkan dengan dunia nyata dengan menerapkan prinsip-prinsip sains, matematika, teknik dan teknologi yang menghubungkan antara sekolah, komunitas, pekerjaan dan dunia global, memberikan ruangan untuk pengembangan literasi, dan memiliki kemampuan bersaing dalam dunia ekonomi.

sains adalah ilmu pengetahuan yang telah terakumulasi dari waktu ke waktu dari sebuah pemeriksaan ilmiah yang dapat menghasilkan pengetahuan baru. Teknologi adalah keterampilan yang dimiliki dalam mengetahui bagaimana teknologi baru dapat dikembangkan, keterampilan dalam menggunakan teknologi dan teknologi yang dapat memudahkan pekerjaan manusia. Teknik adalah pengetahuan tentang desain, rancangan dan penciptaan benda buatan manusia agar dapat memecahkan masalah. Matematika merupakan studi tentang pola dan hubungan antara ruang, jumlah, angka, dan struktur. Menurut Kelley & Knowles (dalam Andi Muhammad Fargly Ishak, 2021) mendefinisikan STEM sebagai pendekatan untuk mengajarkan dua atau lebih subjek yang terkait dengan praktik secara autentik sehingga dapat meningkatkan minat belajar peserta didik.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu pre-eksperimen. Dalam penelitian ini terdapat perlakuan yang diberikan yaitu *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM. Teknik pengambilan sampel penelitian ini adalah *purpose sampling*. Dalam penelitian ini sampel yang digunakan adalah kelas XI IPA dengan jumlah 28 siswa. Variabel bebas penelitian yaitu bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah model pembelajaran *project based learning* dengan pendekatan STEM pada materi hukum-hukum termodinamika. Sedangkan variabel terikat adalah hasil belajar siswa. Desain penelitian yang digunakan yaitu *one group pretest-posttest*. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan soal tes uraian berupa *pretest-posttest* dan lembar kerja siswa (LKS). Teknik analisis data menggunakan SPSS 22: statistik deskriptif, uji normalitas, uji hipotesis dan uji *n-gain*. Untuk melihat proses belajar fisika peserta didik digunakan lembar observasi proses. Data diolah dengan menggunakan *presentase*, sebagai berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\% \quad (1)$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melaksanakan pembelajaran dengan pendekatan STEM, peneliti

mempersiapkan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang terintegrasi STEM. Kemudian peneliti menentukan analisis materi pembelajaran STEM, dari segi Sains: Hukum I Termodinamika dan Hukum II Termodinamika; Teknologi: 1). Handphone, Komputer/Laptop, Internet untuk memperoleh informasi, 2) Aplikasi Power Point, 3) menggunakan teknologi sederhana untuk membuat proyek Hukum I dan Hukum II Termodinamika seperti Mook Listrik, Botol Kaca dan Balon Tiup; Engineering: 1) menyiapkan alat dan bahan seperti, botol kaca, balon tiup, bubuk soda, asam cuka dan air, 2) merancang proyek Hukum I dan Hukum II Termodinamika, 3) membuat proyek Hukum I dan Hukum II Termodinamika berdasarkan rancangan yang telah dibuat, 4) mempersentasikan hasil proyek Hukum I dan II Termodinamika; Matematika: 1) menghitung usaha yang dikerjakan suatu mesin kalor dengan persamaan $W = \eta Q_1$, 2) menghitung energi dalam dengan persamaan $\Delta U = Q - W$ atau $W = Q - \Delta U$, 3) Menentukan efisiensi kalor dengan persamaan $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$, 4) Menentukan efisiensi carnot dengan persamaan $\eta_{\text{carnot}} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$.

Penelitian ini dilaksanakan dengan menerapkan model pembelajaran *project based learning* dengan pendekatan STEM pada materi hukum-hukum termodinamika. Data penelitian ini di ambil dari hasil *pretest-posttest* peserta didik dan penilaian proyek yang telah dibuat oleh peserta didik. Berikut analisis data hasil penelitian menggunakan SPSS 22.

Tabel 1. *Statistics Deskriptif Pretest dan Posttest*

Descriptive Statistics		
	Pretest	Posttest
Mean	49.82	80.54
Median	50.00	80.00
Modus	50	80
Std.deviasi	6.159	5.984
Varians	37.930	35.813
Range	20	20
Skor Minimum	40	70
Skor Maksimum	60	90
Sum	1395	2255

Berdasarkan hasil analisis data *pretest* dan *posttest* pada tabel diatas data *pretest* menunjukkan bahwa jumlah skor total 1395, nilai mean 49,82 dengan standar deviasi 6,159, nilai median 50,00 dan modus 50, tingkat penyebaran data (variance) sebesar 37,930 dan range 20 dengan nilai maksimum 60 dan minimum 40. Setelah data statistik perolehan nilai *pretest* diketahui, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pembelajaran *project based learning* dengan pendekatan STEM pada materi hukum-hukum termodinamika. Setelah itu dilakukan *posttest* dan didapatkan analisis data *posttest* dengan jumlah skor total 2255, nilai mean 80,54 dengan standar deviasi 5,984, nilai median 80.00 dan modus 80, tingkat penyebaran data (variance) sebesar 35,813 dan range 20 dengan nilai maksimum 90 dan minimum 70.

Tabel 2. Persentase Nilai Keterampilan Proyek “Hukum I Termodinamika”

Indikator	Persentase (%)
Sistematika laporan	100%
Kelengkapan laporan	75%
Kejelasan dan keruntunan penulisan	100%
Kebenaran konsep ide yang dipaparkan	100%
Ketepatan pemilihan kosakata	77%
Kemampuan peserta didik menjelaskan isi laporan	100%
Usaha siswa dalam menyusun laporan	100

Tabel 3. Persentase Nilai Kelompok “Hukum I Termodinamika”

Indikator	Persentase (%)
Keaktifan	100%
Kerjasama	96%
Keberanian	96%
Mengumpulkan informasi	82%

Tabel 4. Persentase Nilai Keterampilan Proyek “Hukum II Termodinamika”

Indikator	Persentase (%)
Sistematika laporan	100%
Kelengkapan laporan	82%
Kejelasan dan keruntunan penulisan	100%
Kebenaran konsep ide yang dipaparkan	100%
Ketepatan pemilihan kosakata	84%
Kemampuan peserta didik menjelaskan isi laporan	98%
Usaha siswa dalam menyusun laporan	98%

Tabel 5. Persentase Nilai Kelompok “Hukum II Termodinamika”

Indikator	Persentase (%)
Keaktifan	100%
Kerjasama	98%
Keberanian	93%
Mengumpulkan informasi	77%

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa hasil persentase nilai keterampilan proyek Hukum I Termodinamika pada materi fisika dari tujuh

indikator yang dinilai termasuk dalam kategori baik dengan persentase 75%-100% dan pada tabel 3 persentase nilai kelompok dinilai dari empat indikator yang dinilai termasuk dalam kategori baik dengan persentase 77%-100%. Kemudian pada tabel 4 menunjukkan bahwa hasil persentase nilai keterampilan proyek Hukum I Termodinamika pada materi fisika dari tujuh indikator yang dinilai termasuk dalam kategori sangat baik dengan nilai persentase 82%-100% dan pada tabel 5 menunjukkan bahwa hasil persentase nilai kelompok dinilai dari empat indikator termasuk dalam kategori sangat baik dengan nilai persentase 82%-100%.

Tabel 6. Uji Normalitas nilai *Pretest-Posttest*

Hasil	Asymp. Sig. (2-tailed)	Taraf Nyata (α)
Pretest	.075	0.05
Posttest	.022	

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa hasil uji normalitas pretest diketahui signifikansinya $0,075 > 0,05$ dan posttest diketahui nilai signifikasinya $0,022 > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa data *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal.

Tabel 7. Uji Hipotesis Paired Sampel Test

Paired Samples Test							T	Df	Sig. (2-tailed)
Paired Differences									
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pretest - posttest	-30.714	7.664	1.448	-33.686	-27.743	21.207	27	.000

Uji hipotesis bertujuan untuk menguji dugaan sementara pada penelitian. Uji hipotesis pada penelitian ini dilakukan dengan taraf signifikan $\alpha = 0,05$. Hasil uji hipotesis dengan menggunakan SPSS 22 menunjukkan bahwa nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ yang artinya terdapat peningkatan hasil belajar pada penerapan model *project based learning* dengan pendekatan STEM pada materi hukum-hukum termodinamika.

Tabel 8. Uji *N-Gain*

Nilai N-Gain	kategori	Jumlah Siswa	Persentase (%)
$g < 0,3$	Rendah	-	
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang	21	75
$g > 0,7$	Tinggi	7	25
Jumlah		28	100

Pada tabel 8 menunjukkan terdapat 21 siswa dengan skor N-Gain berada pada kategori sedang dengan persentase 75% dan terdapat 7 siswa berada pada kategori tinggi dengan persentase 25% dengan rata-rata skor *n-gain* berada pada kategori sedang yaitu 0,61. Maka dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran *project based learning* dengan pendekatan STEM pada materi hukum-hukum termodinamika baik digunakan untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Penelitian ini juga sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Nurul Asri (2021) dengan judul "*application of project-based learning through a STEM approach to improve learning outcomes during a pandemic*" menunjukkan bahwa adanya peningkatan hasil belajar setelah pembelajaran *project based learning* dengan pendekatan STEM. Riyani Septi Indriyani dan Susilowati (2020) juga melakukan penelitian dengan judul "*the effects of model project-based learning approach on STEM (science, technology, engineering, mathematic) on science learning to junior high school students critical thinking skills and kooperatif skills*" menyatakan bahwa ada pengaruh dari sebuah proyek berdasarkan model pembelajaran dengan pendekatan STEM pada keterampilan kooperatif siswa dan pengaruh model pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM pada pemikiran kritis dan keterampilan kolaboratif berada pada kategori tinggi. Demikian juga Nur Asri (2020) dengan judul Penerapan model pembelajaran PjBL (*project based learning*) berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis ditinjau dari gaya kognitif peserta didik menunjukkan bahwa hasil penelitian penerapan *Project Based Learning* berbasis STEM dapat meningkatkan pemahaman konsep matematis ditinjau dari gaya kognitif dan hasil belajar peserta didik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM pada materi Hukum-Hukum Termodinamika dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Siswa dapat memahami konsep materi yang diberikan karena siswa dapat terlibat aktif secara langsung dalam penyusunan

perancangan proyek dalam pemecahan masalah menggunakan konsep fisika.

6. REFERENSI

- Asri Nur. 2020. Penerapan model pembelajaran PjBL (*project based learning*) berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis ditinjau dari gaya kognitif peserta didik [skripsi]. Bandar Lampung: Jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan, Universitas Negeri Raden Intan Lampung
- Asri. Y. N., Mursyidah, D. S., & Rizqi, V. 2021. *Application of project-based learning through a STEM approach to improve learning outcomes during a pandemic*. Jurnal penelitian pendidikan IPA, Vol. 7 No. 4 oktober 2021, hal. 719-722.
- Dywan A. Aureola., Airlanda G. Septian. 2020. Efektivitas model pembelajaran *project based learning* berbasis STEM dan tidak berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Jurnal Basicedu Vol 4 No. 2 April 2020, p-ISBN 2580 - 3735, e-ISBN: 2580-114
- Erlinawati C. Eka, dkk. 2019. Model pembelajaran *project based learning* berbasis STEM pada pembelajaran fisika. Jurnal SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA Vol.4 No.1 november 2019, ISSN: 2527-5917.
- Egon. 2008. Pengembangan *Handout* mata kuliah Termodinamika berbasis STEM untuk mahasiswa program studi pendidikan fisika [skripsi]. Indramalaya: Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya.
- Maulana. 2020. Penerapan model *project based learning* berbasis STEM pada pembelajaran fisika siapkan kemandirian belajar peserta didik. Jurnal TEKNODIK Vol.24 No.1 juni 2021, ISSN: 2088-3978, e-ISBN: 2579-4833.
- Pratama, A. Yugo. 2020. Penerapan model pembelajaran *project based learning* (PjBL) menggunakan bahan ajar gamifikasi untuk meningkatkan kemampuan konsep matematis peserta didik [skripsi]. Bandar Lampung : jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Tarbiyah dan

- Keguruan, Universitas Negeri Raden Intan Lampung.
- Riyani Septi Indriyani, Susilowati. 2020. *The effects of model project based learning approach on STEM (science, technology, engineering, mathematic) on science learning to junior high school students critical thinking skilis and cooperative skills*. Journal of science education research vol. 4 no. 1 februari 2021, hal 5-10.
- Setiani, E. 2016. Penerapan model project based learning unutm meningkatkan kemampuan berfikir kreatif siswa SMA kelas XI [skripsi]. Semarang : Jurusan Fisika Fakiltas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
- Sudiatmika, I. Ketut. 2020. Penerapan model pembelajaran project based learning dengan pendekatan STEM dalam upaya meningkatkan hasil belajar fisika peserta didik kelas X RPL 1 SMKN 1 Negara. Jurnal pendidikan vol. 21 no. 1 april 2020, e-ISSN 2613-9308 p-ISSN 1907-3232
- Singgih Santoso. 2014. Statistik Parametrik. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Wijayanto, T. dkk. 2020. Pengaruh model pembelajaran project based learning dengan pendekatan STEM terhadap hasil belajar siswa SMA. Jurnal Pembelajaran Fisika, Vol 9 No. 3, september 2020, hal 113-120.