

**PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING*
DENGAN PENDEKATAN STEM DALAM MENINGKATKAN HASIL BELAJAR
KIMIA PADA MATERI SENYAWA KARBON SISWA KELAS XII MIPA 2 SMA
NEGERI 7 DENPASAR TAHUN PELAJARAN 2022/2023**

Anak Agung Mas Udayani

Guru Kimia SMA Negeri 7 Denpasar

Email: gungmas1968@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research is to improve students' learning outcomes in Chemistry by applying the Project Based Learning learning model with the STEM approach to students' Carbon Compounds material. The implementation of this class action research was carried out in class XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar in semester 1. The subjects of this research were class XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar in the academic year 2022/2023, a total of 44. The object of research is the application of the Project Based Learning learning model with the STEM approach, and learning outcomes. In this study two cycles were used through four stages of the activity process which included: planning, action, observation, and evaluation & reflection. The results showed that in the initial reflection the average student learning outcomes was 70.93. In cycle I, 19 students completed and 25 students incomplete, with an average student learning outcome of 72.95 and a percentage of student activity of 42.04% which is quite active. In cycle II as many as 44 people have completed, with an average student learning outcome of 81.36 and a percentage of student activity of 60.51% which is classified as active. Thus the application of the Project Based Learning learning model with the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach to carbon compounds material can improve chemistry learning outcomes for class XII MIPA 2 students at SMA Negeri 7 Denpasar in the academic year 2022/2023.

Keywords: *learning models, project based learning, STEM, learning outcomes*

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk peningkatan hasil belajar Kimia dengan penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM pada materi Senyawa Karbon pada siswa. Pelaksanaan penelitian tindakan kelas ini dilakukan pada kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar pada semester 1. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar Tahun Pelajaran 2022/2023 yang berjumlah 44. Objek penelitian adalah penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM, dan hasil belajar. Dalam penelitian ini digunakan dua siklus melalui empat tahapan proses kegiatan yang meliputi: perencanaan, tindakan, pengamatan, dan evaluasi & refleksi. Hasil penelitian menunjukkan Pada refleksi awal rata-rata hasil belajar siswa 70,93. Pada siklus I sebanyak 19 orang siswa yang tuntas dan 25 orang siswa belum tuntas, dengan hasil rata-rata hasil belajar siswa 72,95 dan persentase aktivitas siswa sebesar 42,04% yang tergolong cukup aktif. Pada siklus II sebanyak 44 orang yang sudah tuntas, dengan hasil rata-rata hasil belajar siswa 81,36 dan persentase aktivitas siswa sebesar 60,51% yang tergolong aktif. Dengan demikian penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada materi Senyawa karbon dapat meningkatkan hasil belajar kimia siswa kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar Tahun pelajaran 2022/2023.

Kata kunci : model pembelajaran, *projek based learning*, *STEM*, hasil belajar

PENDAHULUAN

Dalam rangka meningkatkan mutu pendidikan, tidak terlepas dari peran serta guru, pemerintah dan masyarakat dalam hal ini mestinya pendidikan tidak hanya mampu memberikan kematangan pengetahuan tetapi juga kematangan dalam berhadapan dengan realitas persoalan yang kompleks dalam kehidupan nyata. Pendidikan merupakan proses untuk membangun manusia dalam mengembangkan dirinya agar dapat menghadapi segala perubahan dan permasalahan yang terjadi di lingkungan sekitarnya, selain itu pendidikan dilakukan dengan terencana untuk mewujudkan pembelajaran, suasana belajar dan proses belajar, agar dapat membantu siswa secara aktif mengembangkan potensi dirinya sendiri.

Demi mendukung tercapainya tujuan Pendidikan Nasional, pemerintah melalui Depdiknas sebagai pelaksana dan penyelenggara Pendidikan Nasional, seperti dengan cara penyempurnaan kurikulum, peningkatan sarana dan prasarana pendidikan, penyelenggaraan program Musyawarah Guru Mata

Pelajaran (MGMP), seminar, peraturan, dan pelatihan guru tentang proses belajar mengajar, serta perbaikan metode pembelajaran. Sekolah merupakan suatu instansi atau lembaga pendidikan yang mampu berperan dalam mengarahkan siswa sehingga memperoleh tujuan belajar sesuai dengan apa yang diharapkan dengan menekankan kegiatan mendidik dan mengajar. Sehingga pembelajaran dapat mengubah siswa dari yang tidak tahu menjadi tahu serta merubah tingkah laku yang positif.

Dari hasil Pengalaman mengajar di kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar pada mata pelajaran kimia terungkap bahwa: (1) Penguasaan siswa terhadap materi senyawa karbon yang diajarkan lemah, (2) Tugas yang diberikan tidak selesai tepat waktu, (3) Proses pembelajaran kurang menarik perhatian siswa. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa penguasaan materi senyawa karbon pada mata pelajaran kimia belum memenuhi Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), maka perlu dilaksanakan perbaikan pembelajaran melalui Penelitian Tindakan Kelas (PTK).

Berdasarkan pengalaman mengajar yang dilakukan oleh peneliti pada bidang studi kimia di XII SMA Negeri 7 Denpasar Tahun Pelajaran 2022/2023, dimana dalam proses pembelajaran pada mata pelajaran kimia, model pembelajaran yang diterapkan oleh guru mata pelajaran kimia kurang variatif dan inovatif bagi siswa. Pelaksanaannya dalam model pembelajaran yang kurang variatif dan inovatif yang diterapkan oleh guru, hanya beberapa siswa yang aktif dalam mengikuti proses pembelajaran, sisanya tidak aktif mengikuti pembelajaran yang sedang berlangsung di kelas, kebanyakan siswa mengalami kebosanan dikarenakan model pembelajaran yang diterapkan hanya berpusat pada guru, dan beberapa faktor lainnya seperti lingkungan yang kurang kondusif yang diakibatkan oleh kebisingan orang di luar kelas karena jarak ruangan dengan parkir sangat dekat. Hal tersebut mengakibatkan siswa kurang minat dalam mengikuti proses pembelajaran yang sedang berlangsung, yang berdampak terhadap menurunnya hasil belajar siswa di kelas XII MIPA SMA Negeri 7 Denpasar.

Bila kondisi ini dibiarkan maka sebagian besar siswa masih mengalami

kesulitan dalam memahami materi yang diajarkan oleh guru. Siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep pembelajaran pada materi Senyawa karbon. Masih sedikitnya siswa yang aktif dalam pembelajaran dikarenakan siswa masih kurang terbiasa terlibat dalam pembelajaran, siswa masih kurang terlibat secara aktif dalam belajar baik secara mental, fisik dan emosional, sehingga siswa menjadi pasif dan malu bertanya mengenai materi yang kurang dipahami.

Dengan melihat hasil belajar yang kurang memuaskan pada mata pelajaran kimia, Maka peneliti ingin mencoba menggunakan model pembelajaran dengan menerapkan model pembelajaran *Project Based Learning* di kelas XII SMA Negeri 7 Denpasar, dengan model pembelajaran yang lebih menarik untuk siswa dalam mengikuti proses pembelajaran di kelas, yaitu dengan menerapkan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), peneliti berharap dengan menerapkan model pembelajaran tersebut, siswa akan menjadi lebih aktif didalam mengikuti proses

pembelajaran, serta dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Alasan memilih Model Pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM sebagai model pembelajaran dalam proses pembelajaran bidang studi kimia, karena pembelajaran berbasis proyek atau *project based learning* (PjBL) dapat (1) meningkatkan motivasi belajar siswa untuk belajar, mendorong kemampuan siswa untuk melakukan pekerjaan penting dan peserta didik perlu dihargai; (2) meningkatkan kemampuan memecahkan masalah; (3) membuat siswa menjadi lebih aktif dan berhasil memecahkan problem-problem yang kompleks; Dengan demikian dalam pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM dapat memberikan manfaat kepada siswa yaitu, siswa mendapatkan kesempatan untuk lebih intensif mengadakan penyelidikan mengenai suatu masalah, selain itu juga dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan rasa saling menghormati, dan menghargai pendapat orang lain, serta dalam proses pembelajaran siswa dapat menjadi lebih aktif, karena dalam proses pembelajaran dengan menggunakan model

pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM pembelajaran tidak hanya berpusat pada guru saja. Pembelajaran Berbasis Proyek atau *Project Based Learning* (PjBL) adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek/kegiatan sebagai media (Daryanto, 2014).

Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui peningkatan hasil belajar kimia dengan penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM pada materi senyawa karbon pada siswa kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar Tahun pelajaran 2022/2023.

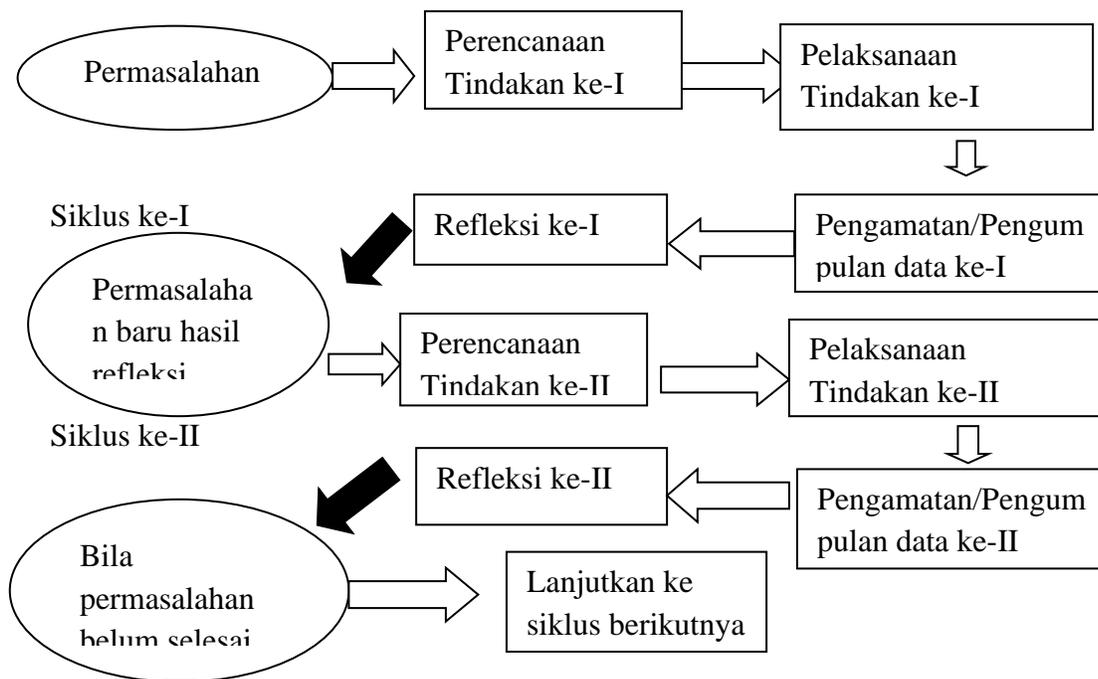
METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian ini adalah penelitian kualitatif berupa tindakan kelas yang dilakukan dapat lebih obyektif serta memanfaatkan saran-saran orang lain/ahli. Beberapa hal yang berkaitan dengan penelitian tindakan kelas yang kolaboratif. Pelaksanaan penelitian tindakan kelas ini dilakukan pada kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar karena adanya masalah yang dirasakan oleh guru dalam proses pembelajaran di kelas merupakan awal di

mulainya PTK. Waktu penelitian dilaksanakan pada Semester 1 (ganjil) yakni pada bulan Oktober 2022 sampai dengan Nopember 2022.

Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar Tahun Pelajaran 2022/2023, yang berjumlah 44 orang siswa, yang terdiri dari 23 orang siswa laki-laki dan 21 orang siswa perempuan di kelas tersebut. Objek penelitian adalah penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM, dan hasil belajar.

Dalam penelitian ini digunakan beberapa siklus untuk meningkatkan kemampuan memahami materi suhu dan kalor melalui empat tahapan proses kegiatan yang meliputi (1) perencanaan, (2) tindakan, (3) pengamatan, dan (4) evaluasi dan refleksi. Apabila permasalahan kegiatan dalam satu siklus belum berhasil maka dilanjutkan pada siklus kedua hingga penelitian yang dilakukan dinyatakan berhasil. Adapun empat tahapan proses kegiatan menurut Arikunto, yaitu terlihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 1. Siklus Penelitian Tindakan Kelas (PTK)

Dalam penelitian ini metode pengumpulan data yang digunakan oleh peneliti adalah Metode Tes, Metode Observasi, dan Metode Dokumentasi.

Penelitian ini dikatakan berhasil apabila memenuhi kriteria keberhasilan. Kriteria keberhasilan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kriteria keberhasilan yang diterapkan di sekolah tempat penelitian yaitu di kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar dengan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) adalah 75. Apabila siswa mendapat nilai di bawah 75 maka siswa dinyatakan tidak tuntas, bila siswa mendapatkan nilai diatas atau sama dengan 75 maka siswa tersebut dinyatakan tuntas. Serta nilai rata-rata minimal 75 dan Daya serap minimal 75%.

HASIL PENELITIAN

Pada Refleksi Awal menunjukkan bahwa tidak ada siswa (0%) dikategorikan pada tingkat sangat baik, 24 orang siswa (54,54%) dikategorikan pada tingkat baik, 10 orang siswa (22,73%) dikategorikan pada tingkat cukup, 10 orang siswa (22,73%) dikategorikan pada tingkat kurang, dan tidak ada siswa (0%) dikategorikan pada tingkat sangat kurang.

Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan siswa kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar dalam pelajaran kimia kurang memuaskan.

Jumlah nilai pelajaran kimia siswa kelas XII MPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar adalah 3.121 dengan rata-rata 70,93 dan daya serap 71,93%. Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditentukan oleh sekolah adalah 75. Hasil tersebut menunjukkan bahwa siswa hanya 24 orang (54,54%) yang mampu mencapai KKM, serta 20 orang siswa (45,46%) yang belum mencapai KKM.

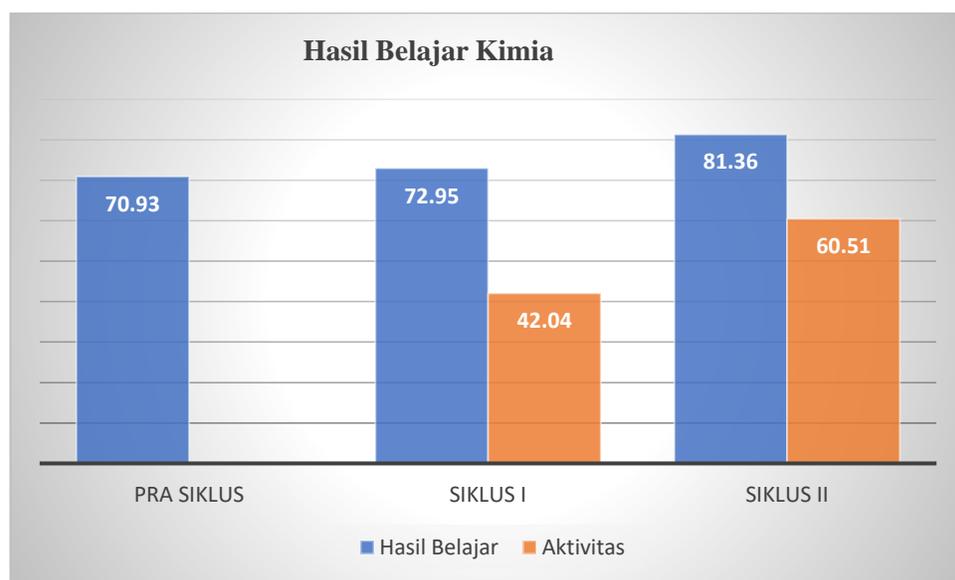
Hasil penelitian yang diperoleh pada siklus I dan II telah mengalami peningkatan serta ketuntasan siswa sudah mampu memenuhi Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang telah ditetapkan oleh pihak sekolah. Hal ini dapat dilihat hasil belajar kimia siswa pada siklus II. Berbagai kendala yang dihadapi dalam siklus I sudah mampu diatasi dengan baik pada siklus II. Dengan meningkatnya Hasil belajar serta tercapainya Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) pada mata pelajaran kimia dapat diartikan bahwa penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada materi senyawa karbon dapat meningkatkan hasil belajar kimia siswa kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar Tahun Pelajaran 2022/2023.

Tabel 1 Rekapitulasi Hasil Belajar Kimia Siswa Kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar Tahun Pelajaran 2022/2023

Nama	Pra Siklus	Nilai Siklus I	Nilai Siklus II
Jumlah	3.121	3.210	3.580
Rata-Rata	70,93	72,95	81,36

Kalau dibuat dalam Grafik



Gambar 1. Rekapitulasi Hasil Belajar Kimia Siswa dan Aktivitas Belajar

Tabel 2 Rekapitulasi Aktivitas Siswa Kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar Pelajaran 2022/2023

No	Aktivitas	Siklus I		Siklus II	
		Jumlah	(%)	Jumlah	(%)
1	Siswa mengerjakan tugas	28	63,64%	34	77,27%
2	Siswa mengajukan pertanyaan	25	56,82%	30	68,18%
3	Siswa menjawab pertanyaan	15	34,09%	22	50,00%

4	Interaksi antar teman dalam pemecahan masalah	20	45,45%	28	63,64%
5	Mengajukan pendapat kepada guru	11	25,00%	20	45,45%
6	Dapat memecahkan masalah dengan tepat	18	40,90%	27	61,36%
7	Dapat memperbaiki pekerjaannya	23	52,27%	32	72,73%
8	Dapat membuat kesimpulan sendiri tentang materi	8	18,18%	20	45,45%
	Rata-Rata		42,04%		60,51%

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan selama dua siklus menunjukkan peningkatan hasil belajar kimia siswa kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar. Pembahasan ini bertujuan untuk melihat keterkaitan antara komponen satu dengan komponen yang lainnya. Pada pembahasan ini akan disajikan hasil belajar kimia siswa setelah penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM. Selain menyajikan hasil belajar kimia pada materi senyawa karbon, dalam pembahasan ini juga akan disajikan mengenai aktivitas siswa selama mengikuti proses pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM. Hasil

yang diperoleh dapat dilihat sebagai berikut:

1. Pembahasan Hasil Aktivitas Siswa Siklus I dan II

Hasil aktivitas yang diperoleh dapat dilihat dari perbandingan jumlah dan persentase siswa dalam setiap indikator aktivitas pada siklus I dan II. Hasil ini menggambarkan persentase aktivitas siswa selalu meningkat setiap siklus. Berikut ini adalah hasil perbandingan aktivitas siswa pada siklus I dan II.

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat terjadi peningkatan dalam jumlah dan persentase aktivitas siswa dalam pembelajaran dengan menerapkan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM. Pada siklus I diperoleh rata-rata aktivitas siswa

42,04%. Berdasarkan kriteria yang sudah ditetapkan maka aktivitas siswa pada siklus I tergolong cukup aktif.

Pada siklus II, rata-rata persentase aktivitas siswa mengalami peningkatan sebesar 18,47% yaitu dari 42,04% pada siklus I menjadi 60,51% pada siklus II. Berdasarkan kriteria yang ditetapkan maka aktivitas siswa pada siklus II tergolong aktif. Terjadi peningkatan persentase aktivitas siswa menunjukkan bahwa pada setiap tahapan siklus sudah mampu membuat siswa menjadi aktif dengan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM.

2. Pembahasan Hasil Tes Siswa Siklus I dan II

Hasil tes yang dilakukan diperoleh siswa dapat dilihat dari perbandingan nilai-nilai yang diperoleh siswa pada pelaksanaan siklus I dan II. Untuk mengetahui apakah dengan penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan hasil belajar kimia siswa, maka dijelaskan peningkatan

rata-rata untuk masing-masing siklus sebagai berikut:

- a. Pada siklus I, skor rata-rata siswa kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar dalam mata pelajaran kimia adalah 72,95 dengan daya serap 72,95%. Hal ini menunjukkan terjadinya peningkatan rata-rata hasil belajar siswa sebesar 2,02 yakni dari 70,93 pada refleksi awal menjadi 72,95 pada siklus I. Jumlah siswa yang belum tuntas pada siklus I adalah 19 orang siswa (43,18%) dan 25 orang siswa (56,82%) yang tuntas. Apabila nilai tersebut diklasifikasikan dan dipresentasikan maka dapat dilihat bahwa 4 orang siswa (9,09%) dikategorikan pada tingkat sangat baik, 15 orang siswa (34,09%) dikategorikan pada tingkat baik, 19 orang siswa (43,18%) dikategorikan pada tingkat cukup, 6 siswa (13,64%) dikategorikan pada tingkat kurang, dan tidak ada siswa (0%) dikategorikan pada tingkat sangat kurang.
- b. Pada siklus II, skor rata-rata siswa kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7

Denpasar Tahun Pelajaran 2022/2023 dalam mata pelajaran kimia adalah 81,36 dengan daya serap 81,36%. Hal ini menunjukkan terjadi peningkatan rata-rata hasil belajar siswa sebesar 8,41 yakni dari 72,95 pada siklus I menjadi 81,36 pada siklus II. Jumlah siswa yang tuntas pada siklus II adalah 44 orang siswa (100%). Apabila nilai tersebut diklasifikasikan dan dipresentasikan maka dapat dilihat bahwa 21 orang siswa (47,73%) dikategorikan pada tingkat sangat baik, 23 orang siswa (52,27%) dikategorikan pada tingkat baik, tidak ada siswa (0%) dikategorikan pada tingkat cukup, tidak ada siswa (0%) dikategorikan pada tingkat kurang, dan tidak ada siswa (0%) dikategorikan pada tingkat sangat kurang.

Ini sesuai dengan kelebihan pembelajaran berbasis proyek atau *project based learning* (PjBL) yaitu (1) Meningkatkan motivasi belajar siswa untuk belajar, mendorong kemampuan siswa untuk melakukan pekerjaan penting

dan siswa perlu dihargai; (2) Meningkatkan kemampuan memecahkan masalah; (3) Membuat siswa menjadi lebih aktif dan berhasil memecahkan problem yang kompleks; (4) Melibatkan siswa untuk belajar mengambil informasi dan menunjukkan pengetahuan yang dimiliki, kemudian mengimplementasikan dengan dunia nyata; dan (5) Membuat suasana belajar menjadi menyenangkan, sehingga siswa maupun pendidik menikmati proses pembelajaran.

Berdasarkan penjabaran hasil siklus I dan II serta faktor-faktor diatas maka dapat diketahui bahwa dengan penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada materi senyawa karbon dapat meningkatkan hasil belajar kimia siswa kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar Tahun Pelajaran 2022/2023.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan telah dipaparkan selama dua siklus, dimana masing-masing siklus terdiri dari tiga kali pertemuan. Proses penelitian menggunakan penerapan model pembelajaran *Project Based Learning*

dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan hasil belajar kimia siswa kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar Tahun Pelajaran 2022/2023 terjadi perubahan yang signifikan terhadap hasil belajar, hal ini ditandai dengan peningkatan hasil belajar siswa (1) Pada refleksi awal pencapaian Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) siswa kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar sebanyak 24 siswa yang tuntas dan 20 siswa yang belum tuntas, dengan hasil rata-rata Hasil belajar siswa 70,93 dan daya serap 70,93%. (2) Pada siklus I pencapaian Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar sebanyak 19 orang siswa yang belum tuntas dan 25 orang siswa yang tuntas, dengan hasil rata-rata hasil belajar siswa 72,95 daya serap 72,95%, dan persentase aktivitas siswa sebesar 42,04% yang tergolong cukup aktif. (3) Pada siklus II pencapaian Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar sebanyak 44 orang yang sudah tuntas, dengan hasil rata-rata hasil belajar siswa 81,36 daya serap 81,36%, dan persentase aktivitas siswa sebesar 60,51% yang tergolong aktif. Jadi, penerapan model pembelajaran *Project*

Based Learning dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada materi Senyawa karbon dapat meningkatkan hasil belajar kimia siswa kelas XII MIPA 2 SMA Negeri 7 Denpasar Tahun pelajaran 2022/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa' Rofifah Warohidah, A. B. K. (2019). Perkembangan Era Revolusi Industri 4.0 Dalam Pembelajaran Matematika. *Prosiding Sendika*, 5(1), 109. <http://eproceedings.umpwr.ac.id/index.php/sendika/article/view/647/555>
- Ardianti, S., Sulisworo, D., Pramudya, Y., & Raharjo, W. (2020). The impact of the use of STEM education approach on the blended learning to improve student's critical thinking skills. *Universal Journal of Educational Research*, 8(3 B), 24–32. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081503>
- Artisa Indariani, Surya Amami Pramuditya, S. F. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Digital Berbasis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Pada Pembelajaran Matematika. *Eduma : Mathematics Education Learning and Teaching*, 7(2), 89–98. <https://doi.org/10.24235/eduma.v7i2.3670>
- Gustiani, I., Widodo, A., & Suwarma, I. R. (2017). Development and validation of science, technology, engineering and mathematics (STEM) based instructional material. *AIP Conference Proceedings*

- 1848(May).
<https://doi.org/10.1063/1.4983969>
- Harmianto. Sri dkk. 2012. *Model-model Pembelajaran Inovatif*. Bandung: Alfabeta.
- Herlina, 2020. Penerapan Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kimia Pada Materi Hidrokarbon,
- Kd Manik Suriti, 2020. Penerapan Model Pembelajaran Berbasis STEM Dalam Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Kimia Siswa Kelas XI MIPA 4 SMA Negeri 7 Denpasar Tahun Pelajaran 2019/2020
- Khaeruddin, K., & Bancong, H. (2022). STEM education through PhET simulations: An effort to enhance students' critical thinking skills. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 11(1), 35–45. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v11i1.10998>
- Meishanti, O. P. Y., & Maknun, M. J. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis Stem (Science Technology Engineering and Mathematic) Materi Sistem Pernapasan. *Eduscope*, 7(1), 44–48.
- Milaturrahmah, N., Mardiyana, M., & Pramudya, I. (2017). Mathematics Learning Process with Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Approach in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012030>
- Mulyasari, P. J., & Sholikhah, N. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis STEM untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar dalam Pembelajaran Jarak Jauh pada Mata Pelajaran Ekonomi. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(4), 2220–2236. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i4.1158>
- Sanjaya Wina. 2011. *Penelitian Tindakan Kelas*. Jakarta : Kencana Prenada Media Group.
- Sulaeman, N. F., Triwulandari, S., & Syam, M. (2022). Development of Stem-Based Teaching Materials With Engineering Design Process Model on Global Warming: Validity Aspect. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11(2), 69. <https://doi.org/10.19184/jpf.v11i2.31534>
- Widayanti, Abdurrahman, A., & Suyatna, A. (2019). Future Physics Learning Materials Based on STEM Education: Analysis of Teachers and Students Perceptions. *Journal of Physics: Conference Series*, 1155(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012021>
- Yuanita, Y., & Kurnia, F. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Stem (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Materi Kelistrikan Untuk Sekolah Dasar. *Profesi Pendidikan Dasar*, 1(2), 199–210. <https://doi.org/10.23917/ppd.v1i2.9046>
- Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2018). HOTS profile of physics education students in STEM-based classes using PhET media. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032021>