

THE DEVELOPMENT OF PHYSICS E-MODULES BASED ON PjBL STEM ON VECTOR ANALYSIS MATERIAL ON PARABOLIC MOTION

Victoria Dian Pratami Kurniawan¹⁾; Yusuf Bung kang²⁾; Albert Lumbu³⁾

¹⁾ SMA YPPK Teruna Bakti Jayapura, Indonesia; victoriacyberg@gmail.com

²⁾ Program Studi Magister Pendidikan IPA, Uncen, Indonesia; bungkangyusuf@gmail.com

³⁾ Program Studi Magister Pendidikan IPA, Uncen, Indonesia; albertlumbu@gmail.com

Abstract: *This study aims to determine the feasibility of developing PjBL STEM-based Physics e-modules and improving student learning outcomes using PjBL STEM-based Physics e-modules on vector analysis materials on parabolic motion. The research method used is R&D (Research and Development). The research sample consisted of 24 students. The results showed that the feasibility of the PjBL STEM-based Physics e-module on vector analysis material on parabolic motion obtained an average percentage of 92% with a very suitable category for use as a teaching material, and improving student learning outcomes with the n-Gain test obtained an average of 0.77 with high category*

Keywords: *Physics E-module; PjBL STEM; Parabolic Motion; Learning Outcomes*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan pengembangan e-modul Fisika berbasis PjBL STEM dan peningkatan hasil belajar peserta didik menggunakan e-modul Fisika berbasis PjBL STEM pada materi analisis vektor pada gerak parabola. Metode penelitian yang digunakan R&D (*Research and Development*). Sampel penelitian terdiri dari 24 peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelayakan e-modul Fisika berbasis PjBL STEM pada materi analisis vektor pada gerak parabola memperoleh persentase rata-rata 92% dengan kategori sangat layak digunakan sebagai bahan ajar dan peningkatan hasil belajar peserta didik dengan uji n-Gain rata-rata diperoleh 0,77 dengan kategori tinggi.

Kata Kunci: E-modul Fisika; PjBL STEM; Gerak Parabola; Hasil Belajar

1. PENDAHULUAN

Tujuan Pendidikan nasional adalah mengembangkan kemampuan peserta didik agar dapat menjadi pribadi yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, beradab, sehat (jasmani dan rohani), berilmu, cerdas, kreatif, mandiri, bertanggung jawab dan demokratis (Zakky, 2018). Sejalan dengan tujuan Pendidikan nasional maka kurikulum terbaru yang dianggap mampu mengembangkan hal tersebut adalah kurikulum 2013 (K-13). Tujuan K-13 menurut Sendari (2019), mempersiapkan peserta didik yang dituntut lebih kreatif, inovatif, cepat tanggap, menumbuhkan keberanian dalam dirinya dan unsur lain yang dapat membentuk karakter peserta didik. Tujuan K-13 dapat tercapai jika model pembelajaran yang digunakan sesuai dengan proses pembelajaran di abad 21.

Menurut Alec Patton (Ardiansyah, Diella, & Suhendi, 2020), model pembelajaran yang tepat diterapkan dalam proses pembelajaran di abad 21 salah satunya adalah *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Math*). Menurut

Laboy-Rush (Ardiansyah, Diella, & Suhendi, 2020), model PjBL berbasis STEM adalah model PjBL yang diintegrasikan dengan STEM dan terdiri dari 5 proses, yaitu: *reflection*, *research*, *discovery*, *application* dan *communication*. Setelah observasi yang dilakukan di SMA YPPK Teruna Bakti Jayapura, model PjBL STEM merupakan suatu model yang tepat jika diterapkan dalam proses pembelajaran. Hal ini juga sesuai dengan kurikulum yang diterapkan di sekolah tersebut yaitu kurikulum darurat covid-19 yang merupakan penyederhanaan materi dari kurikulum 2013.

Observasi yang dilakukan di SMA YPPK Teruna Bakti Jayapura juga memperoleh permasalahan, yaitu belum optimalnya penggunaan modul terutama e-modul selama proses pembelajaran Fisika secara *online* maupun tatap muka di sekolah. Menurut Oktavia, dkk (2018) e-modul merupakan versi elektronik dari modul dimana akses penggunaan e-modul dilakukan melalui alat elektronik seperti laptop, dan HP/*smartphone*. Menurut Siregar T (2020), perpaduan antara sumber, model, metode dan media yang sesuai dapat mengarahkan pada pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Proses belajar mengajar di sekolah telah menggunakan platform *Microsoft 365* terutama *Microsoft Teams*, *Microsoft Forms* dan *Microsoft Sway*. Namun, belum menggunakan e-modul sebagai bahan ajar yang sistematis dan menggunakan bahasa yang mudah dipahami peserta didik.

Analisis vektor pada gerak parabola merupakan salah satu materi dasar yang harus dikuasai peserta didik agar dapat melangkah kemateri lain dengan dasar yang kuat. Namun, nilai yang diperoleh peserta didik pada materi analisis vektor pada gerak parabola masih tergolong rendah dengan nilai Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) 70 hanya 25% peserta didik yang tuntas tanpa *remedial*. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil belajar peserta didik tergolong masih rendah.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah R&D (*Research and Development*), yang bertujuan untuk menghasilkan produk (Sugiyono, 2016). Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu e-modul fisika berbasis PjBL STEM pada materi analisis vektor pada gerak parabola.

Populasi dalam penelitian adalah peserta didik kelas X SMA YPPK Teruna Bakti Jayapura yang berjumlah 222 peserta didik. Sampel penelitiannya adalah peserta didik kelas X IPA 2 yang terdiri dari 24 peserta didik.

Instrumen penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data hasil penelitian terdiri dari:

1. Instrumen Non-Tes (Angket)

Angket digunakan sebagai penilaian kelayakan produk hasil pengembangan e-modul fisika berbasis PjBL STEM yang dinilai oleh validator materi dan validator media. Penilaian yang dilakukan oleh validator materi terdiri dari beberapa aspek yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan bahasa. Sedangkan penilaian validasi media adalah aspek kelayakan kegrafikan. Angket juga diberikan pada guru fisika dan peserta didik kelas X IPA SMA YPPK Teruna Bakti Jayapura. Angket tersebut digunakan untuk mengetahui respon yang diberikan guru dan peserta didik terhadap e-modul fisika berbasis PjBL STEM materi analisis vektor pada gerak parabola yang telah dikembangkan.

2. Instrumen Tes

Instrumen tes digunakan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik kelas X IPA. Instrumen tes tersebut berupa soal *pre-test* dan *post-test* yang masing-masing berjumlah 30 nomor dalam bentuk soal pilihan ganda. *Pre-test* diberikan sebelum kegiatan pembelajaran berlangsung, sedangkan *post-test* diberikan setelah kegiatan pembelajaran selesai. Kegiatan pembelajaran dibagi menjadi tiga kali pertemuan tatap muka di sekolah.

Analisis instrumen yang dilakukan yaitu analisis deskriptif persentase dan analisis n-gain. Analisis deskriptif persentase digunakan untuk mengetahui tingkat kelayakan e-modul fisika berbasis PjBL STEM. Analisa kelayakan e-modul dilakukan oleh validator materi dan validator media, respon guru fisika serta respon peserta didik. Sedangkan analisis n-Gain digunakan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik kelas X IPA selama proses pembelajaran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis PjBL STEM Materi Analisis Vektor pada Gerak Parabola

Pengembangan e-modul dilakukan berdasarkan tahapan prosedur penelitian dan pengembangan menurut Sugiyono (2016). Pengembangan e-modul fisika secara ringkas terdiri dari mengidentifikasi potensi dan masalah dalam pembelajaran fisika di sekolah, mengumpulkan data atau informasi terkait materi fisika yang digunakan, pembuatan desain e-modul fisika berbasis PjBL STEM, memvalidasikan e-modul kepada validator materi dan validator media, merevisi desain e-modul fisika yang telah divalidasi kemudian melakukan uji coba skala kecil dan uji coba skala besar, serta menganalisis data.

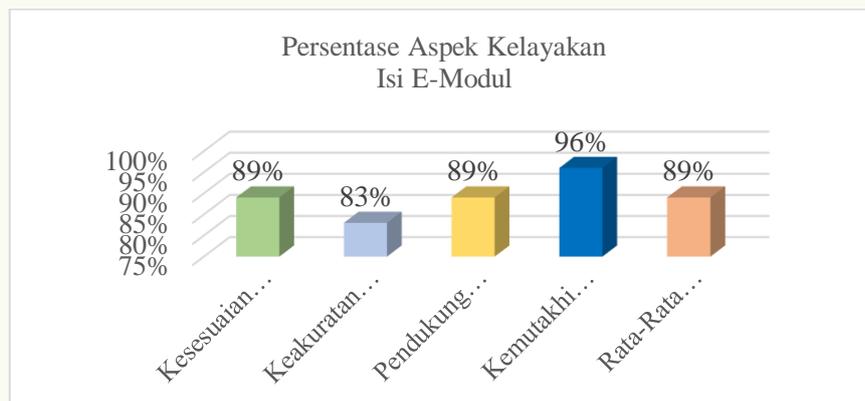
Pengembangan materi dilakukan dengan memanfaatkan video pembelajaran yang dibuat oleh peneliti dan disisipkan dalam e-modul fisika. Video ini dapat menuntun kegiatan

pembelajaran peserta didik dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) kegiatan pembelajaran kedua dan ketiga. Video dalam kegiatan pembelajaran kedua mensimulasikan alat peraga yang menggunakan konsep gerak parabola dalam permainannya yaitu *mini basket ball*. Video dalam kegiatan pembelajaran ketiga menunjukkan simulasi percobaan titik tertinggi dan titik terjauh dengan beberapa sudut tertentu. Kemudian peserta didik dapat melakukan sendiri percobaan tersebut melalui petunjuk dalam LKPD dan eksperimen di lapangan.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Tiurlina Siregar dan Siti Patimah (2021) menemukan bahwa modul IPA Terpadu berbasis inkuiri terbimbing memperoleh kategori sangat layak digunakan sebagai bahan ajar. E-modul fisika berbasis PjBL STEM yang dikembangkan diperoleh kategori sangat layak digunakan berdasarkan hasil persentase kelayakan yang diperoleh dari validator materi dan validator media dengan persentase rata-rata sebesar 92%. Pengembangan modul juga dilakukan oleh Maya Pujowati, Yusuf Bungking dan Albert Lumbu (2020) dengan judul “Pengembangan Modul IPA Terpadu Berbasis Literasi Sains pada Materi Tekanan Zat”. Penelitian tersebut menemukan bahwa terdapat peningkatan hasil belajar peserta didik dengan pembelajaran menggunakan modul IPA terpadu pada materi tekanan zat berbasis literasi sains dengan nilai n-Gain rata-rata sebesar 0,80 dengan kategori tinggi. Hal yang membedakan pengembangan dalam penelitian ini adalah peneliti mengembangkan modul ketinggian e-modul dimana modul yang sebelumnya dicetak kini dapat diakses secara *online* melalui *handphone*, *laptop*, maupun ditampilkan melalui infokus di kelas. Materi yang dikembangkan juga berbeda yaitu materi analisis vektor pada gerak parabola.

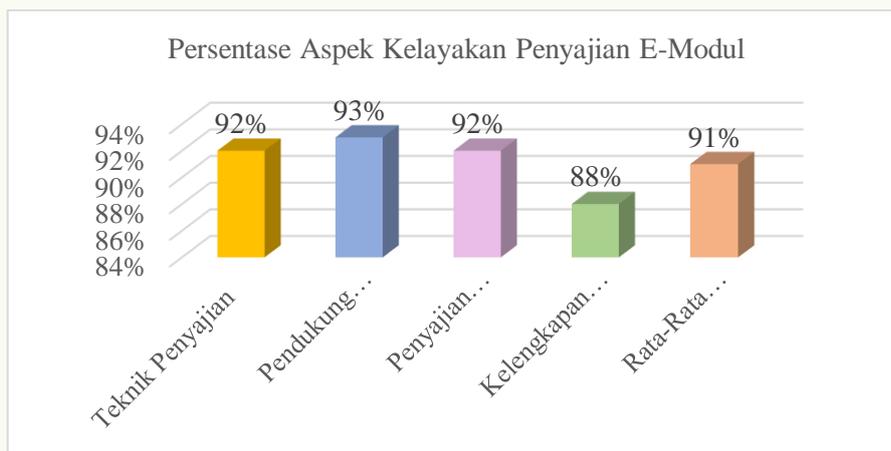
Kelayakan Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis PjBL STEM Materi Analisis Vektor pada Gerak Parabola

Analisis penilaian materi e-modul fisika berbasis PjBL STEM dari aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian dan kelayakan Bahasa dapat dilihat pada Gambar 1, 2, dan 3, berikut ini:



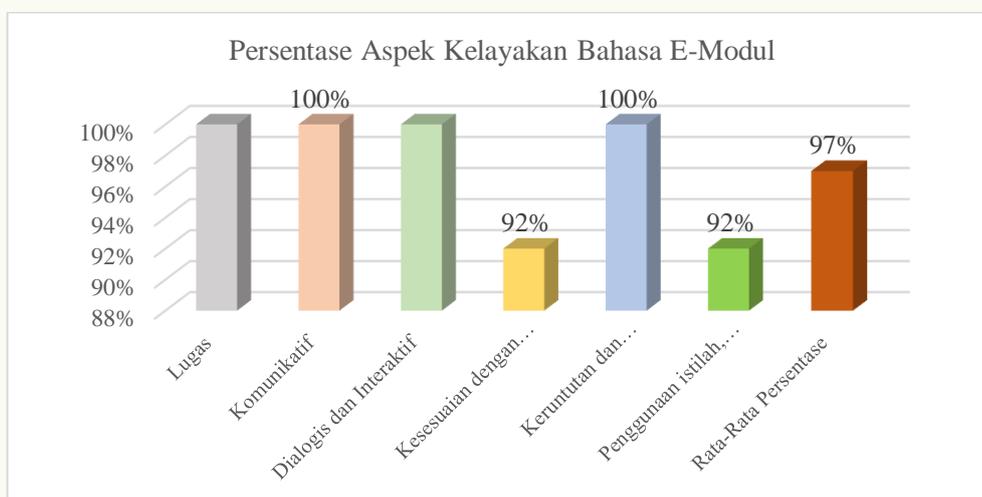
Gambar 1. Diagram Batang Aspek Kelayakan Isi E-Modul

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa rata-rata persentase hasil penilaian aspek kelayakan isi e-modul fisika berbasis PjBL STEM dari ketiga validator berkisar antara 83% hingga 96%. Persentase terkecil ke terbesar yaitu aspek keakuratan materi 83%, aspek kesesuaian materi dengan Kopetensi Dasar (KD) dan pendukung materi 89%, dan aspek kemutakhiran materi 96%. Berdasarkan ketercapaian rata-rata persentase keempat aspek kelayakan isi e-modul sebesar 89% dapat dinyatakan bahwa e-modul fisika berbasis PjBL STEM layak digunakan dengan revisi.



Gambar 2. Diagram Batang Aspek Kelayakan Penyajian E-Modul

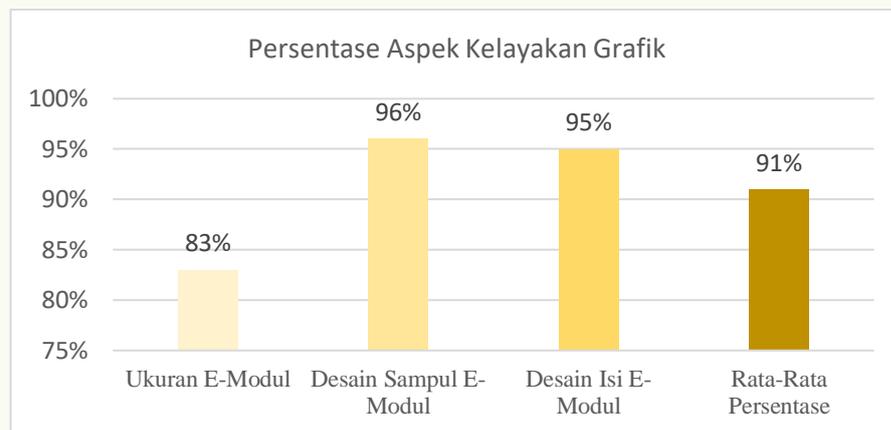
Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa rata-rata persentase hasil penilaian aspek kelayakan penyajian e-modul fisika berbasis PjBL STEM dari ketiga validator berkisar antara 88% hingga 93%. Persentase terkecil ke persentase terbesar yaitu, aspek kelengkapan dalam penyajian 88%, aspek Teknik penyajian dan aspek penyajian pembelajaran 92%, serta aspek pendukung penyajian materi 93%. Hal ini menunjukkan bahwa aspek kelayakan penyajian e-modul fisika berbasis PjBL STEM termasuk dalam kategori sangat layak digunakan tanpa revisi dengan nilai rata-rata sebesar 91%.



Gambar 3. Diagram Batang Aspek Kelayakan Bahasa E-Modul

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa rata-rata persentase hasil penilaian aspek kelayakan penyajian e-modul fisika berbasis PjBL STEM dari ketiga validator berkisar antara 92% hingga 100%. Persentase terkecil terbesar, yaitu kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik dan penggunaan istilah, simbol, atau ikon 92%, sedangkan aspek lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif, keruntutan dan keterpaduan alur pikiran 100%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan Bahasa dalam e-modul fisika berbasis PjBL STEM termasuk dalam kategori sangat layak digunakan tanpa revisi dengan rata-rata persentase keseluruhan sebesar 97%. Berdasarkan ketiga aspek validasi oleh validator materi diperoleh rata-rata persentase keseluruhan aspek adalah 93% termasuk dalam kategori sangat layak digunakan.

Sedangkan untuk kelayakan media yaitu pada aspek kelayakan kegrafikan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. Diagram Batang Aspek Kelayakan Grafik

Berdasarkan Gambar 4. dapat diketahui bahwa aspek kelayakan grafik berkisar antara 83%-96%. Berdasarkan ketercapaian rata-rata ketiga aspek kelayakan grafik e-modul dari ketiga validator maka diperoleh nilai rata-rata persentase sebesar 91% dengan kategori sangat layak digunakan dengan revisi.

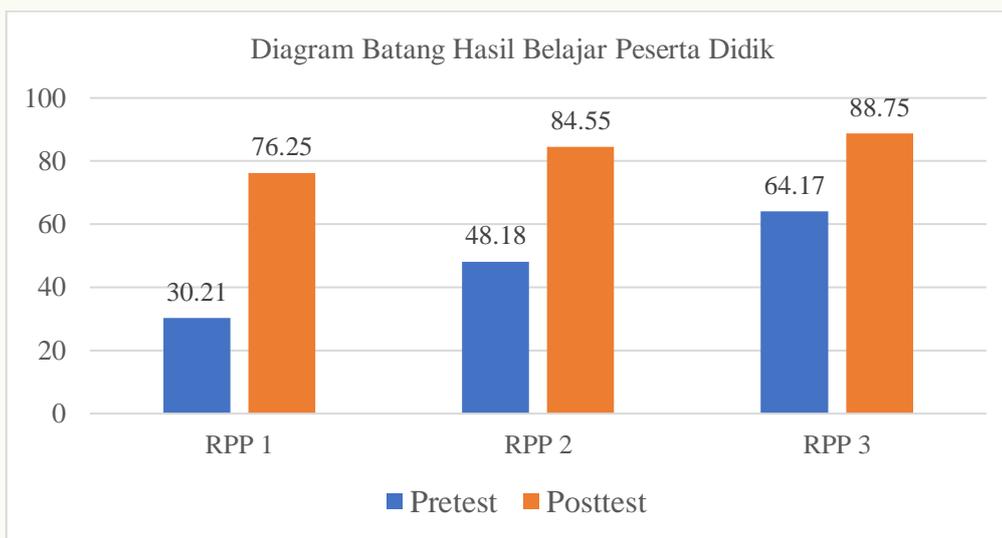
Berdasarkan gambar 1 sampai 4, hasil penilaian validator materi dan validator media memperoleh rata-rata persentase keseluruhan sebesar 92% kategori sangat layak digunakan.

Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik dengan Menggunakan E-Modul Fisika Berbasis PjBL STEM pada Materi Analisis Vektor pada Gerak Parabola

Menurut Sudjana (2009), hasil belajar peserta didik merupakan perubahan tingkah laku yang secara luas mencakup bidang kognitif, afektif dan psikomotoris. Hasil belajar peserta didik diperoleh dengan menganalisis nilai *pre-test* dan *post-test*. *Pre-test* diberikan pada peserta didik sebelum kegiatan pembelajaran dimulai dan *post-test* diberikan pada peserta didik

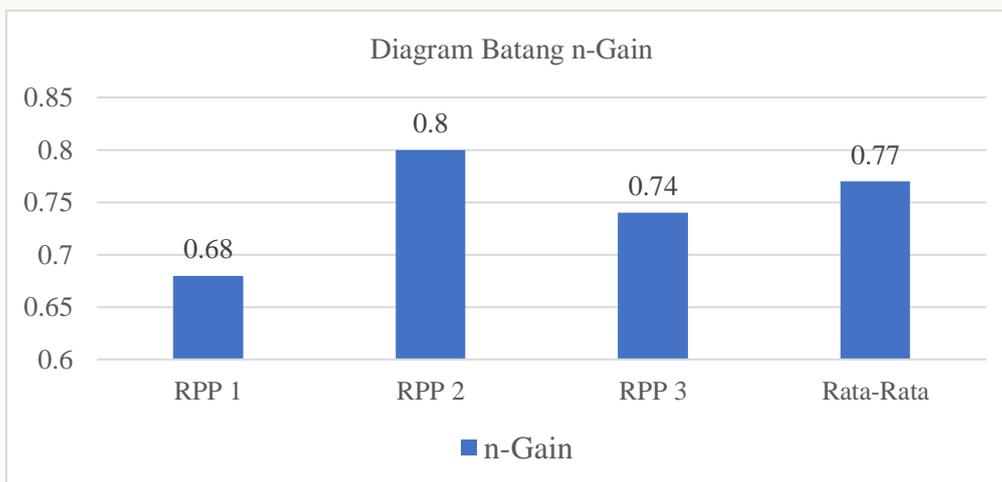
setelah kegiatan pembelajaran dilakukan. Hal ini dilakukan untuk melihat efektifitas e-modul berbasis PjBL STEM yang dikembangkan dalam hal meningkatkan hasil belajar peserta didik khususnya di kelas X IPA.

Hasil belajar peserta didik sebagai penentu dalam mencapai KKM individual yang ditetapkan di SMA YPPK Teruna Bakti Jayapura khususnya di kelas X IPA adalah 70. Hasil belajar peserta didik RPP 1 hingga RPP 3 ditunjukkan pada Gambar 5 berikut ini:



Gambar 5. Diagram Batang Hasil Belajar Peserta Didik

Peningkatan hasil belajar peserta didik dibuktikan dengan uji n-Gain. Hasil uji n-Gain RPP 1 hingga RPP 3 disajikan dalam gambar 6 berikut ini:



Gambar 6. Diagram Batang n-Gain

Berdasarkan Gambar 5 dan 6 dapat menjelaskan beberapa hal berikut ini:

1. Hasil belajar & nilai n-Gain RPP 1

Nilai rata-rata *pre-test* pada RPP 1 sebesar 30,21 sedangkan nilai rata-rata *post-test* sebesar 76,25, artinya ada peningkatan sebesar 46,04. N-Gain rata-rata diperoleh sebesar 0,68 maka hasil belajar peserta didik termasuk kategori sedang. Hal ini disebabkan 1 orang peserta didik

mengikuti KBM secara *online* dan 3 peserta didik lainnya mengikuti secara tatap muka di sekolah namun tidak memiliki *handphone* atau tidak memiliki pulsa data. Peserta didik juga belum terbiasa dengan pembelajaran baru menggunakan e-modul berbasis PjBL STEM sehingga peningkatan hasil belajar masih dalam kategori sedang.

2. Hasil belajar & nilai n-Gain RPP 2

Nilai rata-rata *pre-test* pada RPP 2 sebesar 48,18 sedangkan nilai rata-rata *post-test* sebesar 84,55, artinya ada peningkatan sebesar 30,51. N-Gain rata-rata diperoleh sebesar 0,80 maka hasil belajar peserta didik termasuk kategori tinggi. Hal ini disebabkan peserta didik mulai terbiasa menggunakan e-modul fisika berbasis PjBL STEM walaupun masih ada 1 peserta didik yang mengikuti secara *online* dan 2 lainnya tidak memiliki pulsa data untuk mengakses materi dan soal yang diberikan melalui e-modul dan *Ms. Forms*.

3. Hasil belajar & nilai n-Gain RPP 3

Nilai rata-rata *pre-test* pada RPP 3 sebesar 64,17 sedangkan nilai rata-rata *post-test* sebesar 88,75, artinya ada peningkatan sebesar 24,58. N-Gain rata-rata diperoleh sebesar 0,74 maka hasil belajar peserta didik termasuk kategori tinggi. Hal ini disebabkan peserta didik mulai mahir dan terbiasa menggunakan e-modul fisika berbasis PjBL STEM.

Hasil penelitian yang dilakukan Laisnima dan Siregar (2020), mendukung bahwa penggunaan modul berbasis STEM dapat meningkatkan hasil belajar dengan dan keterampilan proses peserta didik. Pengembangan modul yang dilakukan oleh Pujowati dkk (2020) juga menemukan peningkatan hasil belajar peserta didik dengan pembelajaran menggunakan modul IPA terpadu pada materi tekanan zat berbasis literasi sains dengan nilai n-Gain rata-rata sebesar 0,80 kategori tinggi.

Pengembangan e-modul fisika berbasis PjBL STEM yang dilakukan dalam penelitian ini juga menemukan peningkatan hasil belajar peserta didik pada materi analisis vektor pada gerak parabola dengan nilai n-Gain rata-rata sebesar 0,77 yang termasuk kategori tinggi. Artinya dengan menggunakan e-modul fisika berbasis PjBL STEM dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik secara signifikan terutama pada materi analisis vektor pada gerak parabola.

4. SIMPULAN DAN SARAN

SIMPULAN

E-modul fisika berbasis PjBL STEM pada materi analisis vektor pada gerak parabola dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas X IPA SMA YPPK Teruna Bakti Jayapura, n-Gain rata-rata sebesar 0,77 kategori tinggi.

SARAN

E-modul fisika berbasis PjBL STEM pada materi analisis vektor pada gerak parabola dapat dijadikan rujukan pengembangan e-modul fisika dengan menggunakan model, metode dan materi pembelajaran lainnya.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kepala sekolah SMA YPPK Teruna Bakti Jayapura, peserta didik kelas X IPA 1 dan 2 serta Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA FKIP Universitas Cenderawasih yang telah bekerja sama dalam memberi dukungan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, Diella, & Suhendi. (2020). Pelatihan Pengembangan Perangkat Pembelajaran Abad 21 Dengan Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM Bagi Guru IPA. *Jurnal Publikasi Pendidikan*, 10 (1), 31-36. Diakses dari <https://core.ac.uk/download/pdf/304760941.pdf>;
- Laisnima, L., & Siregar, T. (2020). Modul Pembelajaran Berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keterampilan Proses Peserta Didik pada Materi Redoks dan Sel Elektrolisis. *Jurnal Ilmu Pendidikan Indonesia*, Vol 8 no 2, hal 84-90;
- Pujowati, M., Bungking, Y., & Lumbu, A. (2020). Pengembangan Modul IPA Terpadu Berbasis Literasi Sains pada Materi Tekanan Zat. *Jurnal Ilmu Pendidikan Indonesia*, Vol 8, no 3, hal 124-129;
- Oktavia, B., Zainul, R., Guspatni, & Putra, A. (2018). Pengenalan Dan Pengembangan E-Modul Bagi Guru- Guru Anggota MGMP Kimia Dan Biologi Kota Padang Panjang. *Research Gate*, 1-9;
- Sendari, A. (2019). Tujuan Kurikulum 2013 di Balik Pro Kontra Penerapannya. *Liputan6.com*. Diakses dari <https://www.liputan6.com/citizen6/read/3875318/tujuan-kurikulum-2013-di-balik-pro-kontra-penerapannya>;
- Siregar, T. (2020). Daring sebagai Kekuatan Sistem Pendidikan pada Kondisi Pandemi hingga Berkelanjutan. Dalam R. Sibarani, A. Liliweri, A. Pradhanawati, N, Yulianita, Sedarmayanti, T. Sendjaja, ... T. Siregar, *Paradigma Baru Sistem Pendidikan* (hal. 149-164). Bandung: PT. Refika Aditama;
- Siregar, T., & Patimah, S. (2021). Integrated IPA Module Based on Guided Inquiry on Materials Food Additives to Increase Learning Outcomes. *Jurnal Ilmu Pendidikan Indonesia*, Vol 9, no 3, hal 144-152;
- Sudjana, N. (2009). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya;

Sugiyono. (2016). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung, Indonesia: Alfabeta;

Zakky. (2018). Tujuan Pendidikan Nasional Menurut Undang Undang, Tap MPRS dan Para Ahli. Zona Referensi Ilmu Pengetahuan Umum. Diakses dari <https://www.zonareferensi.com/tujuan-pendidikan>.