



Peningkatan Penguasaan Konsep Siswa pada Materi Hukum Newton melalui Model Learning Cycle 7E dalam Kerangka PCK

D T Nagara, E Purwaningsih, dan M Diantoro

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5, Malang, 65145, Indonesia

*E-mail: runa.karya@gmail.com

Received
12 January 2021

Revised
18 January 2021

Accepted for Publication
21 February 2021

Published
30 June 2021



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Abstract

This research aims to develop physics teaching materials with PCK integrated 7E learning cycle models on Newton's materials that are feasible, practical, and effective in improving science process skills and conceptual understanding of students. This research applied 4D model design (define, design, develop, and disseminate). The results of small group trials obtained a percentage of feasibility was 86.26% (excellent). Thus, PCK learning cycle 7E teaching materials are feasible to be used in learning. The result of the observation value of learning implementation obtained a percentage of 93.27% (very practical). Mann-Whitney test results on the control class posttest value obtained Asymp's value. Sig is 0.250 and the experiment class is Asymp's grade. Sig is 0.024. The results of the Mann-Whitney test analysis provided information that there was a difference in asymp. Sig value of the experimental class greater than the control class. Based on the results of the Mann-Whitney test analysis it can be concluded that physics teaching materials are effective to improve students' concept mastery skills.

Keywords: concept mastery, pedagogical content knowledge; kinematic; newton law

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan bahan ajar fisika dengan model *learning cycle 7E* terintegrasi PCK pada materi hukum Newton yang layak, praktis, dan efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan pemahaman konseptual siswa. Penelitian ini menerapkan rancangan model 4D (*define, design, develop, dan disseminate*). Hasil uji coba kelompok kecil diperoleh persentase kelayakan sebesar 86,26% (sangat baik). Dengan demikian bahan ajar PCK *learning cycle 7E* layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Hasil nilai observasi keterlaksanaan pembelajaran diperoleh persentase sebesar 93,27% (sangat praktis). Hasil uji Mann-Whitney pada nilai *posttest* kelas kontrol diperoleh nilai Asymp. Sig sebesar 0,250 dan kelas eksperimen nilai Asymp. Sig sebesar 0,024. Hasil analisis uji Mann-Whitney memberikan informasi bahwa terdapat perbedaan nilai Asymp. Sig kelas eksperimen lebih besar daripada kelas kontrol. Berdasarkan hasil analisis uji Mann-Whitney dapat disimpulkan bahwa bahan ajar fisika efektif untuk meningkatkan kemampuan penguasaan konsep siswa.

Kata Kunci: penguasaan konsep; pedagogical content knowledge; kinematic; newton law.

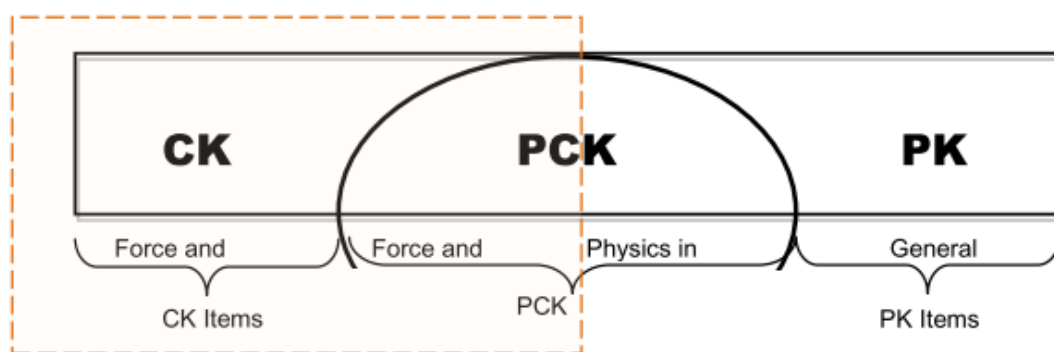
1. Pendahuluan

Parameter indeks keberhasilan siswa pada kegiatan belajar dan menyelesaikan masalah fisika berkaitan dengan pengalaman dan keseharian siswa yaitu penguasaan konsep berkategori tinggi [1], [2]. Penelitian terbaru menunjukkan hasil bahwa siswa cenderung mengalami kesulitan menguasai konsep Fisika [3]. Penelitian berkaitan penguasaan konsep telah diangkat sebagai topik untuk

mengatasi permasalahan konsep siswa [4], [5]. Penguasaan konsep siswa dalam memahami materi hukum Newton telah terbukti rendah [6]. Beberapa peneliti menemukan penguasaan konsep fisika siswa berkategori rendah [7]–[10] dan penguasaan konsep materi hukum Newton juga berkategori rendah [11], [12]. Kesulitan umum siswa dalam menyelesaikan permasalahan hukum newton yaitu (1) mengaplikasikan konsep matematis dalam perhitungan, (2) memahami soal, dan (3) memahami konsep. Kesulitan yang sering dihadapi siswa pada hukum II Newton adalah menghubungkan gaya, resultan, kecepatan dan percepatan [13], memahami konsep vektor [14]–[18], membuat diagram benda bebas [19]–[21], menentukan komponen resultan gaya [22], menentukan besar dan arahnya percepatan benda [23], memahami gaya dan gerak [24].

Pembelajaran yang diterapkan guru di kelas selama ini memiliki kelemahan yaitu proses pembelajaran masih berpusat pada guru sebagai sumber utama pengetahuan. Beberapa dampak ikutan antara lain siswa ramai, siswa tidak memperhatikan, dan siswa tidak berani berpendapat [25]. Model pembelajaran *learning cycle 7E* efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan proses sains [26]. Pembelajaran dengan *learning cycle 7E* mendukung kemampuan siswa untuk menemukan konsep dan mengimplementasikan pengetahuannya pada kehidupan sehari-hari [27]. Siswa yang belajar dengan memanfaatkan pembelajaran siklus 7E telah terbukti mampu memberikan kemampuan komunikasi matematis yang lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran langsung [28].

Pembelajaran dengan PCK mampu menjadikan pembelajaran lebih efektif karena guru mampu memenuhi kebutuhan siswa secara mendalam terkait dengan konsep dan keterampilan dalam belajar [29]. Pembelajaran PCK dapat membangun pengetahuan guru dalam memilih, mencari, dan menentukan informasi yang relevan dengan konten yang akan diajarkan [30]. Hasil penelitian mengenai dampak PCK dan *learning cycle 5E* menunjukkan bahwa pembelajaran tersebut mampu membantu guru untuk mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang hubungan timbal balik yang dinamis terkait PCK guru, memberi guru peluang untuk mengenali keterampilan siswa yang diperlukan untuk penyelidikan, untuk dukungan pembelajaran siswa, dan untuk memahami tantangan dalam konteks pembelajaran [31].



Gambar 1 Model PCK dengan materi hukum Newton dari Kirscher [32].

Konsep PCK guru fisika yang dikembangkan oleh Kirschaner adalah materi hukum Newton berpengaruh pada pengetahuan fisika secara umum dan pedagogik guru [33]. Keterbatasan penelitian PCK terdahulu berkaitan dengan implementasi PCK di kelas yaitu peluang pengembangan bahan ajar dan eksplorasi konsepsi tentang fisika untuk jangka panjang [33].

Penggunaan bahan ajar seperti buku paket yang dimiliki siswa pada umumnya berisi teori dan Lembar Kerja Siswa (LKS) pada umumnya kurang menarik, latar belakang pendidik yang kurang menguasai pembelajaran, sehingga kegiatan pembelajaran sebagian besar didominasi guru dan siswa kurang aktif [34]. Selain itu juga, Guru pada umumnya belum membuat bahan ajar sesuai kebutuhan siswanya [35]. Bahan ajar dengan materi huku yang akan dikembangkan berbeda dengan buku yang digunakan oleh guru pada umumnya. Buku ini dirancang berdasarkan ide-ide penting hukum I, II dan III Newton dan dipadukan komponen PCK. Oleh karena itu diperlukan pengembangan bahan ajar model *learning cycle 7E* terintegrasi PCK agar mampu meningkatkan penguasaan konsep siswa terutama pada materi hukum Newton.

Prosedur pengembangan bahan ajar yang dirancang pada penelitian ini menggunakan kerangka kerja PCK berdasarkan konsep ide-ide pokok materi hukum Newton sesuai dengan PCK Loughran. Ide-ide pokok tersebut dibagi menjadi 3 sesuai dengan hukum Newton I (benda diam), II (benda bergerak oleh gaya luar), dan III (interaksi antara kedua benda berupa aksi-reaksi). PCK tersebut digunakan sebagai acuan dalam mengembangkan RPP, buku pedoman guru dan buku pedoman siswa.

Hasil dari komponen PCK dipadukan dengan sintak *learning cycle 7E* yaitu Elicit (memunculkan pemahaman awal siswa), *Engage* (menghadirkan permasalahan sederhana atau memberikan demonstrasi agar perhatian siswa terpusat dengan topik tertentu), *Explore* (mengumpulkan data dan menemukan informasi-informasi penting), *Explain* (menjelaskan jawaban dari permasalahan), *Elaborate* (berdiskusi di kelas berkaitan dengan informasi yang telah mereka peroleh), *Evaluate* (evaluasi terhadap metode siswa menemukan informasi), dan *Extend* (menghubungkan keterampilan dan pengetahuan baru yang ditemukan) [36]. Buku pedoman guru dan buku siswa merupakan hasil penjabaran komponen PCK dan model *learning cycle 7E*.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian menerapkan prosedur penelitian model 4D (*four D-model*). Model tersebut mampu menyesuaikan karakter dan kebutuhan siswa, tersusun secara sistematis serta sederhana. Prosedur penelitian terdiri dari empat tahap yaitu: pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebarluasan. Penelitian digunakan untuk mengetahui aspek kelayakan, kepraktisan dan keefektifan perangkat pembelajaran PCK model *learning cycle 7E* terhadap penguasaan konsep. Bahan ajar yang dirancang yaitu Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kegiatan Siswa (LKS), dan butir soal penguasaan konsep khusus materi hukum Newton. Sampel penelitian adalah siswa SMA Negeri 1 Pare kelas X dengan jumlah 72 siswa yang terbagi menjadi 35 siswa sebagai kelas kontrol dan 37 siswa sebagai kelas eksperimen. Pengukuran kelayakan bahan ajar didasarkan pada hasil validasi ahli 1 Dosen dan 2 guru serta uji aspek keterbacaan kelompok kecil oleh 10 siswa SMAN 1 Pare. Pengukuran validitas instrumen butir soal penguasaan konsep didasarkan pada hasil validasi ahli dan validasi empiris. Subyek yang digunakan pada validasi empiris sejumlah 101 siswa kelas XI dengan syarat telah memperoleh materi gerak hukum Newton sebelumnya. Instrumen pengumpulan data terdiri dari lembar angket tanggapan siswa dan keterlaksanaan aktivitas belajar mengajar, angket kebutuhan untuk guru, angket kebutuhan untuk siswa, lembar validasi bahan ajar, dan butir soal penguasaan konsep.

Data skor kemampuan penguasaan konsep kelas kontrol dan kelas eksperimen dibandingkan dan dianalisis untuk diketahui keefektifan bahan ajar. Data skor kemampuan penguasaan konsep selanjutnya diproses dengan cara dilakukan perhitungan dan dianalisis melalui metode uji normalitas dan homogenitas. Metode analisis data pada uji efektivitas penerapan bahan ajar model *learning cycle 7E* terintegrasi PCK pada kemampuan penguasaan konsep siswa menggunakan uji *Mann-Whitney*. Nilai *Asymp sig* > 0,05 pada uji *Mann-Whitney* tidak menemukan perbedaan nilai pretest yang signifikan antara kelas kontrol dan eksperimen adalah terbukti diterima dan sebaliknya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Hasil penelitian ini berupa data angket kebutuhan guru, angket kebutuhan siswa, data hasil validasi bahan ajar, data hasil jawaban soal penguasaan konsep, dan data hasil dari keterlaksanaan pembelajaran dari empat tahapan.

3.1.1 Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian adalah tahap pertama pada kegiatan penelitian dan pengembangan. Dasar pendefinisian dan penetapan kebutuhan proses belajar mengajar ditentukan pada tahap pendefinisian. Pada tahap tersebut peneliti melakukan studi pendahuluan dengan memberikan angket pada guru dan siswa. Hasil angket kebutuhan siswa berupa interpretasi pertanyaan metode siswa belajar, penilaian siswa pada bahan ajar yang telah digunakan dan penilaian siswa pada proses pembelajaran. Hasil angket kebutuhan guru berupa interpretasi kuisisioner berkaitan karakteristik siswa, pembelajaran yang telah dilakukan sebelumnya, perangkat pembelajaran yang dimiliki guru, kepemilikan bahan ajar dan penerapan bahan ajar model *learning cycle 7E* terintegrasi PCK pada proses belajar mengajar. Hasil pada tahap tersebut berupa analisis kebutuhan guru, analisis kebutuhan siswa dan analisis konsep.

3.1.1.1 Hasil Analisis Kebutuhan Guru

Data yang diperoleh dari analisis kebutuhan guru adalah data berupa angket kebutuhan guru yang diberikan pada guru SMA Negeri 1 Pare. Hasil analisis karakteristik siswa dibagi menjadi beberapa aspek yaitu latar belakang siswa, karakter kebiasaan siswa dan sarana prasarana yang tersedia di sekolah. Siswa memiliki kebiasaan kinestetik (melakukan sendiri dan mencatat), auditori (mendengar) dan visual (menyaksikan video, ppt dan animasi). Sarana dan prasarana yang tersedia di sekolah terkait sumber belajar berupa buku sekolah elektronik (BSE), buku fisika rekomendasi sekolah dan buku referensi penunjang di perpustakaan.

Hasil analisis pada perangkat pembelajaran menunjukkan bahwa selama ini perangkat tersebut disusun oleh MGMP, forum guru fisika dan guru pengajar yang bersangkutan. Perangkat pembelajaran tersebut antara lain program tahunan, program semester, silabus, RPP dan bahan ajar.

Hasil analisis mengenai pembelajaran fisika menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang sering digunakan oleh guru adalah langsung dan PAIKEM (pembelajaran aktif, inovatif kreatif, efektif dan menyenangkan). Metode pembelajaran yang sering digunakan yaitu tanya jawab, diskusi kelompok dan presentasi. Kedua guru tersebut pernah menggunakan model siklus belajar. Alasan yang mendukung penggunaan model tersebut adalah model *learning cycle 7E* cocok untuk digunakan pada materi tertentu dan perlu adanya pembiasaan agar siswa terbiasa dan bersemangat untuk belajar.

3.1.1.2 Hasil Analisis Kebutuhan Siswa

Hasil dari angket kebutuhan siswa menunjukkan bahwa karakter siswa kelas X SMA Negeri 1 Pare. Sebagian besar siswa dengan persentase 79% suka dengan strategi belajar tanya jawab, 67% suka bentuk diskusi, 52% suka dengan kerja sama atau kooperatif dan 15% suka dengan proyek. Hasil data tersebut telah menunjukkan bahwa karakteristik siswa kelas X cocok untuk diterapkan model pembelajaran *learning cycle 7E*. Selain itu juga pembelajaran tersebut di dalam sintaksnya telah mendukung siswa terlibat tanya jawab dan melaksanakan praktikum.

3.1.1.3 Hasil Analisis Konsep

Analisis konsep dimulai dengan penguraian kompetensi dasar atau KD pada materi hukum Newton. Kompetensi dasar tersebut sudah mengadopsi kurikulum 2013 revisi 2016. Kompetensi dasar selanjutnya diuraikan pada indikator pencapaian kompetensi yang perlu dikuasai siswa. Rancangan bahan ajar tersebut dilakukan pengembangan berdasarkan PCK pengembangan Loughran sebagai acuan berikutnya.

3.1.2 Tahap Perancangan (Design)

Tes yang digunakan sebagai acuan penelitian disusun agar mampu mengukur kemampuan penguasaan konsep siswa. Tes tersebut juga dirancang dari penjabaran indikator pencapaian sehingga menjadi indikator soal penguasaan konsep. Tes yang digunakan dalam penelitian berbentuk pilihan ganda dengan jumlah 25 soal.

Media dalam perancangan bahan ajar ditentukan berdasarkan hasil angket siswa. Media cetak dipilih karena cocok dengan karakteristik siswa. Bahan ajar dicetak diberikan kepada guru sebagai buku pedoman guru dan diberikan kepada siswa sebagai buku pedoman siswa.

Penentuan format yang digunakan dalam buku pedoman siswa dan buku pedoman guru adalah secara fisik buku berukuran A4, bentuk huruf *Times New Roman* dengan ukuran 12 pt dan seluruh isinya berwarna. Tujuan pembuatan buku dengan format berwarna untuk meningkatkan motivasi belajar siswa karena mata siswa lebih mudah mengenali isi buku dengan media yang berwarna daripada hitam putih. Format yang digunakan untuk buku guru sama dengan buku siswa.

Rancangan buku yang digunakan oleh guru dan siswa sesuai dengan tujuan pembelajaran. Buku tersebut terdiri dari tiga bab yaitu bab pertama tentang Hukum Newton I, bab kedua Hukum Newton II dan Bab ketiga tentang hukum Newton III. Berikut ini adalah tabel rancangan buku materi hukum Newton tiap pertemuan dan tujuan pembelajaran.

Tabel 1 Rancangan Buku Materi Hukum Newton Tiap Pertemuan Dan Tujuan Pembelajaran

| Pertemuan | Tujuan Pembelajaran |
|-----------|--|
| I | Setelah mengamati demonstrasi kelereng berada diatas mika plastik lalu |

| | |
|-----|---|
| | mika ditarik ke kanan dengan cepat dan dihentikan secara mendadak, siswa dapat menganalisis konsep (C4) bahwa benda jika diamati dari kerangka yang diam terhadap bumi, keadaan alamiah gerakan benda adalah bergerak dengan kecepatan konstan atau diam yang disebut dengan hukum I Newton. |
| II | Setelah merancang, melakukan simulasi dengan PhET dan diskusi tentang grafik hubungan gaya dengan massa dan gaya dengan percepatan dan presentasi, siswa dapat menganalisis konsep (C4) interaksi gaya dan menyimpulkan (C5) hubungan antara gaya, massa, dan percepatan dirumuskan sebagai $\Sigma F = m \cdot a$ yang disebut dengan hukum II Newton. |
| III | Setelah melakukan percobaan menarik dua neraca pegas dengan gaya yang berbeda-beda, diskusi tentang karakteristik gaya dan presentasi, siswa dapat menganalisis konsep (C4) dan menyimpulkan (C5) interaksi pasangan gaya yang bernilai sama besar dan berlawanan arah yang disebut hukum III Newton. |

Buku tersebut mencoba memberikan strategi belajar yang efektif karena setiap konsep penting yang perlu siswa ketahui akan diajarkan oleh guru secara sistematis. Selain itu, buku ini dapat melatih siswa menjadi seorang ilmuwan, karena dalam menjawab pertanyaan/menyelesaikan masalah ilmuwan menggunakan metode ilmiah.

Materi dalam buku ini dilengkapi dengan kegiatan praktikum dan simulasi yang menggunakan hukum Newton. Soal-soal yang terdapat dalam buku ini berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga siswa lebih mudah memahami konsep-konsep penting.

3.1.3 Tahap Pengembangan (Develop)

Tahap pengembangan bertujuan untuk mengetahui kelayakan dan keefektifan bahan ajar yang dikembangkan dari rancangan yang sudah mendekati sempurna.

3.1.3.1 Kelayakan

Aspek Kelayakan buku siswa oleh dosen memperoleh persentase sebesar 85%. Nilai persentase tersebut menunjukkan bahwa buku pedoman siswa adalah valid dapat digunakan tanpa revisi. Selain itu juga untuk penilaian guru menunjukkan persentase sebesar 97,5% dengan keterangan valid. Selain penilaian dalam skala Likert, penilaian buku siswa juga mencakup masukan dan saran.

Aspek kelayakan buku pedoman guru menunjukkan bahwa penilaian buku secara keseluruhan mendapatkan persentase sebesar 78,03%. Nilai persentase tersebut dikategorikan sebagai cukup valid dan buku ini layak untuk digunakan.

Tabel 2 Aspek Kelayakan Soal Penguasaan Konsep

| No | Aspek Kelayakan Soal Penguasaan Konsep | Persentase (%) |
|----|---|----------------|
| 1 | Butir soal sesuai dengan indikator | 75 |
| 2 | Butir soal sesuai dengan konsep | 97 |
| 3 | Kunci jawaban sesuai dengan butir soal | 98 |
| 4 | Kunci jawaban sesuai dengan konsep | 98 |
| 5 | Butir soal tidak memberi petunjuk ke arah jawaban benar | 98 |
| 6 | Pilihan jawaban yang salah berfungsi sebagai pengecoh | 98 |
| 7 | Bahasa yang digunakan jelas | 97 |
| 8 | Kalimat yang digunakan mudah dipahami | 97 |
| 9 | Kalimat yang digunakan tidak menimbulkan penafsiran ganda | 98 |
| 10 | Gambar atau data yang disajikan jelas | 98 |

Hasil tabel tersebut dapat dikategorikan diperoleh sangat valid. Terdapat masukan untuk soal bergambar yaitu apabila siswa sering mengerjakan atau mengetahui jenis soal yang serupa maka soal tersebut dapat dikategorikan pada level C1 sehingga perlu dicek dan diperdalam lagi.

Hasil uji coba kelompok kecil pada aspek keterbacaan diperoleh sebesar 86,25%. Hasil tersebut termasuk pada tingkat keterbacaan yang sangat baik dan layak digunakan. Siswa berkomentar positif dengan hadirnya buku ini yaitu buku ini dicetak dalam bentuk fisik akan lebih baik jika link video pembelajaran diganti dengan *barcode (QR Barcode)* agar lebih mudah diakses siswa dan materi lebih banyak lagi agar sesuai dengan generasi milenial.

Hasil uji validitas butir soal yang dikerjakan oleh 101 siswa. Soal yang tidak valid berjumlah 5 butir soal dan soal yang valid berjumlah 20 soal. Hasil uji reliabilitas pada butir soal penguasaan konsep adalah sebesar 0,589. Hasil tingkat kesulitan tiap soal berkategori mudah berada pada nomor 1,2, dan 6. Soal berkategori sedang berada pada nomor 3, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 23, 24 dan 25. Sisanya adalah soal dengan kategori yang dianggap sulit oleh siswa. Hasil daya beda untuk soal-soal tersebut menunjukkan bahwa soal yang ditolak yaitu pada nomor 2,7,13,19,20, dan 21. Soal selain nomor tersebut berkategori diterima dan baik.

3.1.3.2 Kepraktisan

Kepraktisan bahan ajar ditinjau berdasarkan keterlaksanaan pembelajaran. Keterlaksanaan pembelajaran dinilai oleh observer dengan mengamati proses pembelajaran di kelas. Penilaian tersebut meliputi penilaian guru dan penilaian siswa.

Data hasil keterlaksanaan pembelajaran telah terbukti sangat praktis. Hal ini ditunjukkan persentase yang didapatkan sebesar 93,27%. Nilai tersebut memberikan informasi bahwa pembelajaran pertemuan pertama, kedua dan ketiga berlangsung sesuai dengan RPP yang telah dirancang pada buku pedoman guru.

3.1.3.3 Keefektifan

Nilai *pretest* kelas kontrol sebesar 30,86 dan kelas eksperimen sebesar 31,03 Nilai *posttest* kedua kelas sebesar 50,29 untuk kelas kontrol dan 54,16 untuk kelas eksperimen. Adanya perbedaan *pretest* dan *posttest* perlu dibuktikan dengan uji statistik.

Manfaat dilakukan uji statistik adalah untuk mengetahui tingkat keefektifan bahan ajar yang dikembangkan. Data dari tes penguasaan konsep selanjutnya dianalisis lebih dalam dengan serangkaian uji analisis antara lain uji normalitas, uji homogenitas dan uji Mann-Whitney.

Tabel 3 Statistik Deskriptif Penguasaan Konsep

| Kelas Kontrol | | | Kelas Ekperimen | | |
|---------------|-----------|------|-----------------|-----------|-------|
| N | \bar{X} | SD | N | \bar{X} | SD |
| 35 | 30,86 | 7,30 | 37 | 31,03 | 16,29 |
| 35 | 50,29 | 8,08 | 37 | 54,16 | 12,49 |

Tabel 4 Hasil Uji Normalitas Tes Penguasaan Konsep

| Kelas | Sig. | Keterangan |
|------------|-------|-------------------|
| Kontrol | 0,110 | Data normal |
| Eksperimen | 0,001 | Data tidak normal |
| Kontrol | 0,252 | Data normal |
| Eksperimen | 0,0 | Data tidak normal |

Hasil data dari tabel 4 tersebut menunjukkan bahwa data skor penguasaan konsep kelas kontrol adalah normal dan data kelas eksperimen adalah tidak normal.

Hasil tes homogenitas dengan nilai sig sebesar 0,02. Nilai sig <0,05 menunjukkan bahwa data tidak homogen. Prasyarat ditentukan uji statistik dengan uji Mann-Whitney yaitu data bersifat tidak normal dan tidak homogen. Data yang diperoleh memenuhi prasyarat tersebut sehingga cocok digunakan.

Hipotesis bahwa tidak adanya perbedaan nilai pretest antara kelas kontrol dan eksperimen adalah terbukti diterima karena nilai Asymp. Sig sebesar 0,250. Selain itu, Hasil yang ditunjukkan oleh nilai Asymp. Sig sebesar 0,024. Hipotesis bahwa terdapat perbedaan nilai *posttest* antara kelas kontrol dan eksperimen adalah terbukti diterima. Nilai skor *posttest* lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *pretest*. Hasil akhir dari tahapan keefektifan adalah bahan ajar model *learning cycle 7E* terintegrasi PCK efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep siswa.

Aspek kelayakan isi berkaitan pembelajaran gerak hukum Newton yang berkaitan dengan PCK. Aspek tersebut ditinjau berdasarkan penilaian kesesuaian LKS dengan RPP, penyusunan LKS dengan langkah-langkah pembelajaran *learning cycle 7E* dan kemampuan LKS melatih penguasaan konsep siswa. Hasil penilaian oleh ahli pada aspek tersebut sebesar 85%. Nilai persentase tersebut menunjukkan bahwa valid dapat digunakan tanpa revisi. Hasil validasi yang dilakukan oleh guru juga berkriteria valid dengan nilai persentase sebesar 97,5%. Hal ini disebabkan validator memberi komentar untuk mencantumkan sumber gambar dan video. Pembelajaran akan berlangsung efektif dengan pemberian media sumber belajar seperti video karena siswa dapat mengakses sumber belajar tersebut [37]. Selain itu juga siswa mampu mengimplementasikan dalam kesehariannya sesuai dengan kejadian yang ada pada sumber video. Pengalaman siswa berinteraksi dengan lingkungan fisik dan sosial menyebabkan pembelajaran menjadi semakin bermakna [38]. Dengan demikian buku yang telah dikembangkan mampu memberikan ilmu pengetahuan siswa terhadap konsep gerak sesuai dengan hukum Newton. Hal ini disebabkan materi yang dirancang berupa kesatuan utuh hukum Newton I, II dan III.

RPP dirancang berdasarkan silabus dan disesuaikan berdasarkan permendikbud tahun 2016 no 22 mengenai standar proses. Langkah-langkah pembelajaran dikembangkan berdasarkan sintaks *learning cycle 7E* dengan integrasi PCK [39], [36]. Skor persentase hasil validasi RPP diperoleh sebesar 85,208%. Hal ini dikarenakan materi pembelajaran kurang menampilkan PCK dari komentar validator. Hasil validasi terhadap LKS menunjukkan nilai sebesar 85% dan berkategori valid. Perbaikan sesuai saran validator adalah menyesuaikan PCK dengan materi gerak hukum Newton.

Uji empiris dilakukan terhadap 101 siswa SMA kelas XI untuk mengukur tingkat validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya beda butir soal penguasaan konsep. Reliabilitas yang diperoleh dari uji validitas soal diperoleh sebesar 0,589 pada 25 soal kemampuan penguasaan konsep, sehingga data disebut cukup valid. Tingkat kesukaran soal penguasaan konsep tersebut meliputi mudah sebesar 12%, sedang 52% dan sulit 36%. Tingkatan kesukaran disebut baik dengan syarat mempunyai proporsi sukar 25%, sedang 50% dan sulit 25% [40]. Proporsi jumlah tersebut berjumlah sedikit pada tingkat mudah dan lebih banyak pada tingkat sedang [41], [42]. Soal tes kemampuan penguasaan konsep yang sudah melewati validasi ahli dan uji empiris selanjutnya digunakan pada *pretest* dan *posttest* uji coba terbatas.

3.1.4 Tahap Penyebarluasan (*Disseminate*)

Tahap penyebarluasan merupakan tahap terakhir dari pengembangan produk. Produk prototipe III selanjutnya diimplementasikan pada kelas lain yang berada pada lokasi penelitian. Kelas tersebut antara lain kelas X IPA II, X IPA III, dan X IPA V. Kegiatan terakhir pada tahap penyebaran yaitu melaksanakan *packaging*, *diffusion* dan *adoption*. Tahap *packaging* dilakukan dengan cara mencetak buku pedoman guru dan buku pedoman siswa. Selanjutnya, buku tersebut didistribusikan dengan harapan agar dipahami oleh orang lain (tahap *diffusion*) dan digunakan pada kelas (tahap *adoption*).

3.2. Pembahasan

Aspek kepraktisan bahan ajar ditinjau berdasarkan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Hasil persentase keterlaksanaan pembelajaran diperoleh nilai sebesar 93,27%. Nilai persentase tersebut berada pada kategori sangat praktis [43]. Hal ini disebabkan karena pembelajaran telah dirancang secara detail pada bahan ajar.[44]. Buku siswa telah disusun secara teratur sistematis dengan kegiatan tertentu. Kegiatan-kegiatan tersebut dilaksanakan oleh guru sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran *learning cycle 7E* yang sudah melalui serangkaian uji bahan ajar.

Aspek keefektifan bahan ajar ditinjau dari perbandingan hasil tes penguasaan konsep yang diberikan pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Hasil dilakukan pengujian Mann-Whitney diperoleh hasil yaitu tidak adanya perbedaan nilai pretes kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Kondisi tersebut memberikan informasi bahwa keadaan awal siswa untuk kedua kelas berada pada

kondisi yang sama. Hasil uji Mann-Whitney pada *posttest* menyatakan bahwa terdapat perbedaan antara kedua kelas. Perbedaan tersebut diakibatkan oleh nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen lebih besar daripada kelas kontrol. Besarnya nilai *posttest* tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berlangsung secara efektif dan membantu siswa menjadi lebih fokus menerima ilmu [45]. Bahan ajar yang dikembangkan dengan model *learning cycle* 7E terintegrasi PCK juga mampu membantu guru dalam mengembangkan pemahaman hubungan antara *pedagogic* dan *content knowledge* sehingga guru dapat melakukan kegiatan mengingat kembali pengetahuan yang dimiliki siswa dan kegiatan penerapan pengetahuan baru [31].

Siswa mengalami peningkatan kemampuan penguasaan konsep disebabkan pengaruh penggunaan pembelajaran *learning cycle* 7E yang terkandung dalam buku siswa dan metode guru dalam menyampaikan materi. Pembelajaran dengan konsep sains menjadi lebih efektif ketika siswa dibimbing secara bertahap memahami konsep fisika [46]. Hal ini sesuai dengan komponen PCK yaitu pada guru mampu mengaitkan dan mengetahui hubungan antar konsep-konsep (komponen pengetahuan konten) dan guru menguasai metode penyelesaian dalam membantu siswa belajar terkait masalah-masalah sains (pengetahuan pedagogi) [47].

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan melalui serangkaian penelitian yang telah dirancang dapat disimpulkan bahwa bahan ajar model *learning cycle* 7E terintegrasi PCK layak. Hal ini ditunjukkan dengan hasil validasi ahli dan hasil uji coba kelompok kecil berkategori layak. Rancangan bahan ajar yang disusun oleh peneliti juga dikategorikan praktis dikarenakan hasil telah sesuai dengan data observasi keterlaksanaan pembelajaran dan respon siswa. Selain itu bahan ajar ini disebut efektif untuk mengatasi penguasaan konsep siswa berkategori rendah di SMA Negeri 1 Pare khususnya materi hukum Newton. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji statistik kelas eksperimen dan kontrol yang menghasilkan perbedaan signifikan.

4.2. Saran

Saran yang ditujukan pada guru adalah guru sering menghadirkan masalah-masalah yang berhubungan dengan hukum Newton di kelas karena aplikasi dari materi tersebut bervariasi bergantung pada kondisi tertentu seperti kondisi bidang miring dan katrol. Bagi pengembang disarankan merancang bahan ajar dilengkapi dengan penilaian formatif untuk memantau proses belajar siswa secara langsung. Penilaian tersebut akan memberikan umpan balik bagi penyempurnaan dan mengurangi kesalahan pelaksanaan pembelajaran.

Daftar Rujukan

- [1] Jaya, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Biologi Bermuatan Pendidikan Karakter dengan Seting Guided Inquiry untuk Meningkatkan Karakter dan Hasil Belajar Siswa," *EJournal PPS Univ. Pendidik. Ganesha Progr. Stud. Pendidik. IPA*, vol. Vol 4, 2014.
- [2] A. Yadaeni, S. Kusairi, and Parno, "Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas XII pada Materi Fluida Statis," *J. Pendidik. Teor. Penelitian, dan Pengemb.*, vol. 3(3), p. 357–364, 2018.
- [3] J. Handhika, C. Cari, A. Soeparmi, and W. Sunarno, "Student conception and perception of Newton's law," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1708, no. February 2016, 2016.
- [4] E. Afwa, I. L., Sutopo., & Latifah, "Deep Learning Question untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika," *J. Pendidik. Teor. penelitian, dan Pengemb.*, vol. 1(3), pp. 434–447, 2016.
- [5] J. L. Docktor and J. P. Mestre, "Synthesis of Discipline-Based Education Research In Physics," *Phys. Rev. Spec. Top. Educ. Res.*, vol. 10 (2), pp. 1554–9178, 2014.
- [6] A. E. Putri, "Analisis Penguasaan Konsep dan Kemampuan Pemecahan Masalah Materi Hukum Newton pada Pembelajaran Modeling Instruction disertai Web Based Formative Assessment," *Pros. Semin. Pend. IPA Pascasarj. UM*, 2019.
- [7] D. Rafiah, P. Parno, and A. Taufiq, "Analisis Penguasaan Konsep Siswa SMA Pada Materi Fluida Statis," *Semin. Nas. Pendidik. IPA 2017*, vol. 2, 2017.
- [8] A. M. Saifullah, S. Sutopo, and H. Widodo, "Senior high school students' difficulties in

- solving impulse and momentum problems,” *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [9] R. A. Shilla, S. Kusairi, and A. Hidayat, “Penguasaan Konsep Siswa pada Materi Hukum Newton tentang Gerak,” *Semin. Nas. Pendidik. IPA 2017*, vol. 2, 2017.
- [10] L. Widodo, L. Yuliati, and P. Parno, “Eksplorasi Penguasaan Konsep Awal Siswa pada Materi Fluida Statis,” *Semin. Nas. Pendidik. IPA 2017*, vol. 2, 2018.
- [11] I. Rahmawati, S. Sutopo, and S. Zulaikah, “Analysis of Students’ Difficulties about Rotational Dynamic Topic Based on Resource Theory,” *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [12] S. Sutopo, “Students’ Understanding of Fundamental Concepts of Mechanical Wave,” *Indones. J. Phys. Educ.*, vol. 12, no. 1, pp. 41–53, 2016.
- [13] R. Rosenblatt and A. F. Heckler, “Systematic study of student understanding of the relationships between the directions of force, velocity, and acceleration in one dimension.,” *Phys. Rev. Spec. Top. - Phys. Educ. Res.*, vol. 7, pp. 1–20, 2011.
- [14] D. Nguyen and N. S. Rebello, “Students’ Difficulties in Transfer of Problem Solving Across Representations,” in *2009 PHYSICS EDUCATION RESEARCH CONFERENCE*, 2009, vol. 1179, no. 1, pp. 221–224.
- [15] R. D. Knight, “The vector knowledge of beginning physics students,” *Phys. Teach.*, vol. 33, no. 2, pp. 74–77, 1995.
- [16] S. Flores, S. Kanim, and C. Kautz, “Student use of vectors in introductory mechanics,” *Am. J. Phys. - AMER J PHYS*, vol. 72, 2004.
- [17] L. Ortiz, “Identifying student reasoning difficulties with the mathematical formalism of rotational mechanics,” 2002.
- [18] P. S. Shaffer and L. C. McDermott, “A research-based approach to improving student understanding of the vector nature of kinematical concepts,” *Am. J. Phys.*, vol. 73, no. 10, pp. 921–931, 2005.
- [19] A. F. Heckler, “Some consequences of prompting novice physics students to construct force diagrams,” *Int. J. Sci. Educ.*, vol. 32, pp. 1829–1851, 2010.
- [20] A. Savinainen, A. Makinen, and J. Viiri, “Does Using a Visual-representation Tool Foster Students’ Ability to Identify Forces and Construct Free Body Diagrams,” *Phys. Rev. Spec. Top. - Phys. Educ. Res.*, pp. 1–11, 2013.
- [21] D. Rosengrant, A. Van Heuvelen, and E. Etkina, “Do Students Use and Understand Free-Body Diagrams?,” *Phys. Rev. Spec. Top. Educ. Res.*, vol. 5, no. 1, p. 10108, 2009.
- [22] C. Singh and C. D. Schunn, “Connecting Three Pivotal Concepts in K-12 Science State Standards and Maps of Conceptual Growth to Research in Physics Education,” *arXiv Prepr. arXiv1603.06024*, 2016.
- [23] Sutopo, Liliyasi, B. Waldrip, and D. Rusdiana, “IMPACT OF REPRESENTATIONAL APPROACH ON THE IMPROVEMENT OF STUDENTS’ UNDERSTANDING OF ACCELERATION,” *J. Pendidik. Fis. Indones.*, vol. 8, no. 2, pp. 161–173, 2012.
- [24] L. Halim, T. K. Yong, and T. S. M. Meerah, “Overcoming Students’ Misconceptions on Forces in Equilibrium: An Action Research Study,” *Creat. Educ.*, vol. 2014, no. 11, pp. 1032–1042, 2014.
- [25] Zuraida and C. N. Asma, “Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle 5e Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Konsep Sistem Pencernaan Makanan Pada Manusia Di Smp Negeri 2 Bandar Dua,” *Pros. Semin. Nas. Biot. 2018*, vol. 5, pp. 804–811, 2018.
- [26] H. Komikesari, “Effect size test of 7e learning cycle model: Conceptual understanding and science process skills on senior high school students,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1572, no. 1. 2020.
- [27] P. L. Fitriyah, “The improvement of higher order thinking skills through learning cycle 7E on analyzing human excretion,” *AIP Conference Proceedings*, vol. 2215. 2020.
- [28] S. N. Rahmy, “Students’ mathematical communication ability using 7E learning cycle based on students thinking style,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1469, no. 1. 2020.
- [29] et all Williams, J., “Promoting pedagogical content knowledge development for early career secondary teachers in science and technology using content representations,” *Res. Sci. Technol. Educ.*, vol. 30(3), pp. 327–343, 2012.
- [30] et a Aydin, “The nature and development of interaction among components of pedagogical

- content knowledge in practicum,” *Teach. Teach. Educ.*, vol. 46, pp. 37–50, 2015.
- [31] M. E. I. Mustafa, “The Impact of Experiencing 5E Learning Cycle on Developing Science Teachers’ Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK),” *Univers. J. Educ. Res.*, vol. 4, no. 10, pp. 2244–2267, 2016.
- [32] S. Kirschner, A. Borowski, H. E. Fischer, J. Gess-Newsome, and C. von Aufschnaiter, “Developing and evaluating a paper-and-pencil test to assess components of physics teachers’ pedagogical content knowledge,” *Int. J. Sci. Educ.*, vol. 38(8), pp. 1343–1372, 2016.
- [33] N. Suprpto, “Tiga dekade riset tentang PCK dalam pendidikan sains (fisika) dan prospek ke depannya,” vol. 5, no. 1, pp. 15–24, 2019.
- [34] D. Puspita, “Pengembangan modul pembelajaran teknologi informasi dan komunikasi kompetensi dasar membuat presentasi dengan variasi tabel, grafik, gambar dan diagram kelas XII berbasis learning cycle di SMA Negeri 2 Nganjuk/ Dian Puspita,” *J. Univ. Negeri Malang*, 2011.
- [35] N. Aminah, I. Wahyuni, and T. Pujiatna, “Mendesain Bahan Ajar Berbasis Literasi Matematika Dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Pedagogic Content Knowledge (PCK) Guru Matematika SMP Kabupaten Cirebon,” *Pengamas J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2, no. 2, pp. 87–94, 2019.
- [36] A. Eisenkraft, “Expanding the 5E model,” *Sci. Teach*, vol. 70, p. 56, 2003.
- [37] Ardiamto, C. Ertikanto, and I. D. P. Nyeneng, “Pengaruh Keterampilan Berpikir Kritis Melalui Pembelajaran Berbasis Aneka Sumber Belajar Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa,” *J. Pendidik. Fis. Univ. Muhammadiyah Metro*, vol. 7, pp. 28–37, 2019.
- [38] D. . Schunk, “Learning Theories An Educational Perspective, Sixth Edition. ed. Pearson Education,” in *Pearson Education, Inc, America*, 2012.
- [39] J. J. Loughran, *Understanding and Developing Science Teachers’ Pedagogical Content Knowledge*, 2nd Editio. Sense Publishers, 2012.
- [40] Z. Arifin, *Evaluasi Pembelajaran : Prinsip, Teknik, Prosedur*. Remaja Rosdakarya, Bandung, 2011.
- [41] K. S. Rofiah, “Peningkatan Pemahaman Konsep Melalui Metode Timeline (Garis Waktu) Pada Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Sosial (Ips) Kelas V Sd Al-Wathoniyah Bekasi Timur,” vol. VI, pp. 79–89, 2018.
- [42] A. Fitriatun and Sukanti, “Analisis Validitas, Reliabilitas, dan Butir Soal Latihan Ujian Nasional Ekonomi Akuntansi di MAN Maguwoharjo,” *J. Kaji. Pendidik. Akunt. Indones.*, vol. 5, pp. 1–11, 2016.
- [43] S. Akbar, “Instrumen Perangkat Pembelajaran,” *PT. Remaja Rosdakarya, Bandung*, 2013.
- [44] A. Laharwati, “Pengembangan Pembelajaran Ekosistem Berbasis Inkuiri Terbimbing dengan Sumber Belajar Pantai Elaar Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains, Sikap Ilmiah, Dan Penguasaan Konsep Siswa SMPNegeri 2 Kei Kecil,” *Univ. Negeri Malang, Malang*, 2017.
- [45] B. Ilmiwan, Masril, and Y. Darvina, “Pengaruh Penerapan Bahan Ajar Bermuatan Nilai Karakter dalam Model Pembelajaran Langsung terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMAN 1 Bukittinggi,” *Pillar Phys Educ*, vol. 2, pp. 153–160, 2013.
- [46] A. . Lawson, “Using the Learning Cycle to Teach Biology Concepts and Reasoning Patterns,” *J. Biol. Educ*, vol. 35, pp. 165–169, 2001.
- [47] M. W. Purwianingsih, N. Y. Rustaman, and M. S. Redjeki, “Pengetahuan Konten Pedagogi (Pck) Dan Urgensinya Dalam Pendidikan Guru,” *J. Pengajaran Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 15, no. 2, p. 87, 2010.