Simulasi Riil-Virtuil Monte Carlo Pada Momentum Impuls dan Tumbukan

**Wartono1, Dwi Hartoyo1, Nilasari1, John Rafafy Batlolona2\***

1Jurusan Fisika, Fakulastas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, INDONESIA

Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura, INDONESIA

\*Corresponding author, e-mail: johanbatlolona@gmail.com

***Abstract***

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan literasi sains siswa yang diberi pembelajaran inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo dengan siswa yang diberi pembelajaran konvensional. Penelitian ini menggunakan rancangan quasy experimental pretest-posttest control group desain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran Inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo memiliki literasi sains yang lebih tinggi daripada yang dibelajarkan dengan model konvensional, hal tersebut juga berlaku baik pada siswa dengan kemampuan awal tinggi dan rendah. Hasil nilai rata-rata gain skor literasi sains juga menunjukkan nilai yang lebih tinggi antara siswa yang belajar dengan model Inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo dengan siswa yang belajar dengan model konvensional. Kebaharuan dari penelitian ini adalah menggabungkan dua kegiatan riil dan virtuil dengan nama riil-virtuil monte carlo dengan menggunkan model pembelajaran inkuiri meningkatkan literasi sains siswa.*

***Keywords****: keterampilan literasi sains, riil-virtuil, inkuiri*

***Copyright*** © ***2016 Institute of Advanced Engineering and Science. All rights reserved.***

**1. Introduction**

Fisika merupakan salah satu bidang ilmu sains yang memiliki karakteristik yang sangat kompleks bila dibandingkan dengan ilmu yang lain [1-2]. Membelajarkan fisika membutuhkan konsep yang baik [3], keterampilan interpretasi fisis [4], transformasi besaran dan satuan sebagai kekuatan dalam peningkatan pengetahuan peserta didik [5]. Oleh karena itu, fisika hingga saat ini masih dianggap sebagai salah satu bidang ilmu yang sulit oleh siswa [6-7]. Ilmu sesungguhnya dari belajar fisika bukan hanya mencari jalan penyelesaian dari persamaan, tetapi juga belajar mendeskripsikan suatu fenomena, dan memahami sistem fisika [8-10]. Ilmuwan lain berpendapat bahwa matematika sangat penting untuk menghubungan konsep sains [11]. Matematis dan fisis juga dianggap ilmu yang sangat dekat dan berinterkasi satu dengan yang lain [12]. Oleh karena itu membelajarkan fisika kepada siswa membutuhkan pengetahuan matematis, konsep tentang apa yang diketahui dan tidak diketahui, bagaimana memecahkan masalah, membuat perencanaan pemecahan masalah, membuat tahapan-tahapan pemecahan masalah, memberi alasan mengapa melakukan pemecahan masalah dengan cara yang ditempuhnya, memonitor proses belajar dan kemajuannya kearah tujuan saat melaksanakan rencana, serta mengevaluasi apa yang dilakukan ini merupakan salah satu ilmu yang lengkap bagi seorang guru [13-15]. Selain kemampuan tersebut, salah satu kemampuan yang dianggap penting khususnya dalam dunia sains yakni keterampilan literasi sains. Literasi sains berarti mampu menerapkan konsep - konsep atau fakta-fakta yang didapatkan di sekolah dengan fenomena-fenomena alam yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari [16].

Pentingnya literasi sains dimiliki oleh siswa di abad 21. Pembentukan kemampuan literasi sains siswa khusunya di Indonesia bukanlah perkara yang mudah terlebih jika dilihat dari hasil studi internasional PISA pada tahun 2015, kemampuan literasi sains siswa belum ada yang berada pada level 5 dan 6 yaitu pada peringkat 62 dari 70 Negara [17]. Artinya dapat dikatakan kemampuan literasi sains Indonesia tergolong dalam level yang rendah. Oleh karena itu siswa perlu dibekali dengan pengetahuan sains dengan baik dan mampu bersaing dengan negara maju antara lain Singapura, Australia, Amerika Serikat, Rusia dan Inggris.

Salah satu model pembelajaran yang dapat memfasilitasi meningkatkan keterampilan literasi sains siswa adalah inkuiri. Inkuiri merupakan salah satu model pembelajaran yang ditawarkan dalam kurikulum 2013. Pembelajaran inkuiri merupakan model pembelajaran yang dirancang untuk melakukan percobaan [18-19]. Berdasarkan medianya, terdapat dua jenis percobaan, yaitu percobaan riil dan percobaan virtuil. Dengan memadukan kedua percobaan baik itu percobaan rill dan media virtual akan menghasilkan kemampuan siswa yang mumpuni. Hal tersebut dikarekan melalui percobaan riil akan memberikan pengalaman baru yang bermakna kepada siswa dalam proses menemukan konsep, dan mengkonfirmasi kesalahan selama praktikum [20]. Sedangkan virtuil mengkonfirmasi pengetahuan siswa melalui simulasi komputer [21]. Penelitian sebelumnya hanya menggunakan satu variabel yaitu simulasi virtuil [22], akan tetapi pada penelitian ini menggabungkan dua perboaan riil dan virtual yang dinamakan dengan riil-virtuil monte carlo. Model pembelajaran inkuiri melalui percobaan rill-virtuil merupakan model pembelajaran yang diharapkan dapat mempengaruhi literasi sains siswa. Sehingga untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh dalam literasi, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran inquiri melalui percobaan riil-virtuil terhadap kemampuan literasi sains pada topik Momentum Impuls dan Tumbukan dengan kelas yang berbeda.

**2. Research Method**

**Rancangan Penelitian**

Pada penelitian ini menggunakan metode *quasy experiment* dengan desain pretest-posttest control group design. Rancangan penelitian yang dipilih adalah rancangan faktorial dua factor [23]. Penelitian ini dilakukan pada dua kelas yang berbeda yaitu kelas eksperimen dan kontrol. Kelas eksperimen diberi perlakuan berupa pembelajaran dengan model pembelajaran inkuiri melalui percobaanriil-virtuil monte carlo sedangkan pembelajaran pada kelas control berlangsung dengan pembelajaran konvensional, yaitu model pembelajaran yang biasa diterapkan oleh guru fisika SMAN 1 Dampit.

**Populasi dan Sampel Penelitian**

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X MIPA di SMA Negeri 1 Dampit. Sampel penelitian terdiri dari dua kelas yang dipilih secara *Cluster random sampling* atau acak yaitu kelas X MIPA 5 sebagai kelas eksperimendan kelas X MIPA 6 sebagai kelas kontrol. Ada dua variabel dalam penelitian yaitu variabel bebas dan terikat. Variabel bebas model pembelajaran yaitu Inkuiri melalui percobaan rill-virtuil pada kelas eksperimen dan model pembelajaran konvensional pada kelas kontrol. Variabel terikat yaitu literasi sains peserta didik.

**Instrumen Penelitian**

Dalam penelitian ini instrument pengukuran yang disusun adalah lembar observasi untuk melihat keterlaksanaan pembelajaran Inkuiri melalui percobaan rill-virtual di kelas eksperimen dan instrument soal lirasi sains yang terdiri dari 7 soal literasi sains materi Momentum Impuls dan Tumbukan pada setiap soal diberikan wacana atau permasalahan kasus dalam kehidupan sehari-hari selanjutnya diberikan pertanyaan untuk mengukur kemampual literasi sains siswa. Soal literasi sains dapat ditampilkan pada table 1. Butir soal literasi sains digunakan sebagai alat ukur kemampuan literasi sains peserta didik setelah diberi perlakuan dengan model pembelajaran inquiry melalui percobaan riil-virtuil dan pembelajaran konvensional pada kelompok kontrol.

**Tabel 1. Soal literasi sains**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Wacana | Pertanyaan |
| 1. | Softball adalah olahraga bola beregu yang terdiri atas dua tim. Permainan softball lahir di Amerika Serikat, diciptakan oleh George Hancock di kota Chicago pada tahun 1887. Softball merupakan perkembangan dari olahraga sejenis yaitu bisbol (*baseball*) atau *hardball*. Bola softball saat ini berdiameter 28-30,5 cm; bola tersebut dilempar oleh seorang pelempar bola (*pitcher*) dan menjadi sasaran pemain lawan yang memukul (*batter*) dengan menggunakan tongkat pemukul (*bat*). Terdapat sebuah regu yang berjaga (*defense*) dan tim yang memukul (*offense*). Tiap tim berlomba mengumpulkan angka (*run*) dengan cara memutari tiga seri *marka* (*base*) pelari hingga menyentuh *marka* akhir yaitu *home plate.* | Kamu sedang duduk menonton suatu pertandingan *softball* ketika bola yang dipukul oleh pemain menuju kearah mu. Kamu akan menangkap bola itu dengan tangan. Agar Kamu dapat menangkap bola dengan aman, apa yang akan kamu lakukan : Pertama Kamu akan menggerakkan tanganmu menyongsong bola itu atau, Kedua menangkap bola sambil mundur mengikuti arah gerak bola? Jelaskan Alasanmu? |
| 2. | Tabrakan beruntun akibat adanya sebuah truk teronton yang mengangkut kertas gelondong dengan kelebihan muatan dan mengalami rem blong di daerah Pasuruan, Jawa Timur. Truk melaju dari arah Malang, truk kemudian berhenti setelah menabrak 6 kendaraan di depannya. Dimana 2 diantara 6 kendaraan ikut terseret dan menyatu sedang 4 lainnya terpental jauh kedepan.  **Sumber:** liputan 6 (29 januari 2018 pukul 12.57 WIB) | Berdasarkan wacana identifikasilah kendaraan berdasarkan jenis-jenis tumbukan danjelaskan secara rinci. |

**Teknik Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada penelitian dilakukan secara bertahap untuk dapat memperoleh data yang diperlukan dalam suatu penelitian. Terdapat tiga tahap pengumpulan data dalam penelitian ini. Tahapan-tahapan pengumpulan data tersebut antara lain. 1) tahap persiapan penelitian, 2) tahap pelaksanaan penelitian (Prestest, Kegiatan Pembelajaran dan Postest).3) tahap penutup penelitian meliputi kegiatan mengumpulkan hasil data pelaksanaan penelitian dan melakukan pengolahan data sehingga menjadi laporan hasil penelitian.

**Analisis Data**

Analisis data merupakan proses pengujian hipotesis penelitian yag telah dirumuskan sebelumnya. Data yang diuji adalah data gain skor literasi sains dan metakognitif siswa. Data gain skor diperoleh dari hasil pengurangan nilai posttest siswa dengan hasil pretest siswa. Baik untuk data literasi sains maupun data metakognitif. Data angket metakognitif maupun data literasi sains dianalisis secara kuantitatif dengan langkah analisis data antara lain. 1) Uji Normalitas, 2) Uji Homogenitas, 3) Uji Kesamaan, 4) Uji Hipotesis Penelitian menggunakan Anava AB atau Anava dua jalur dengan menggunakan SPSS Tipe 16.

**3. Results and Analysis**

Hasil data kemampuan awal siswa baik kelas kontrol maupun kelas eksperimen dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Ringkasan Hasil Kemampuan Awal Siswa**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Variabel | Jumlah siswa | Nilai Rata-rata | Nilai tertinggi | Nilai Terendah |
| Kelas Eksperimen | 34 | 74,6 | 83 | 68 |
| Kelas control | 34 | 72,7 | 80 | 68 |
|  |  |  |  |  |

Tabel 2 menunjukkan nilai rata-rata kemampuan awal kelas eksperimen sebesar 74,6 dan kelas kontrol sebesar 72,7 dengan jumlah siswa sebanyak 34. Selanjutnya diuji kesamaan menggunakan t-test dua ekor, dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Ringkasan Uji-t Data Kemampuan Awal Siswa**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kelas | N | X | Sd | thit | ttab |
| Eksperimen | 34 | 74,6 | 4,40 | 1,95 | 2,03 |
| Kontrol | 34 | 72,7 | 3,02 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

Berdasarkan table 3 diperoleh hasil uji thitung = 1,95, ini berarti bahwa daerah penerimaan Ho di antara -2,03 dan +2,086 maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan awal siswa pada kelas eksperimen sama dengan kelas kontrol.

**Tabel 4. Ringkasan Hasil Gain Skor Literasi Sains**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Variabel | Jumlah siswa | Nilai Rata-rata | Nilai Tertinggi | Nilai Terendah |
| Kelas Eksperimen | 34 | 42,8 | 61,9 | 14,2 |
| Kelas Kontrol | 34 | 19,5 | 57,1 | 4,7 |

Berdasarkan Tabel 4 pada kelas kontrol nilai rata-rata literasi sains sebesar 19,5 dan pada kelas eksperimen 42,8. Pengujian hipotesis penelitian menggunakan uji Anava AB baik kelas eksperimen maupun kontrol dan dapat dilihat pada Tabel 5.

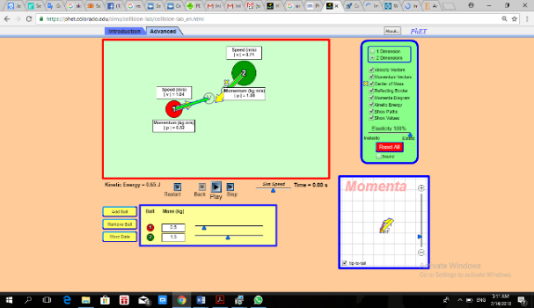
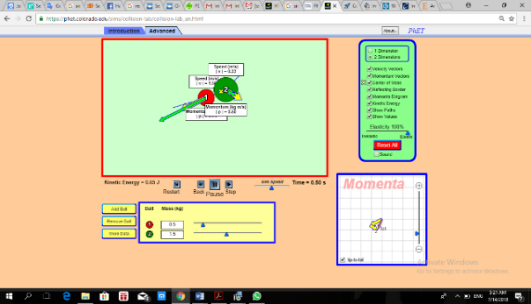
**Tabel 5. Ringkasan Hasil ANAVA AB Literasi Sains**

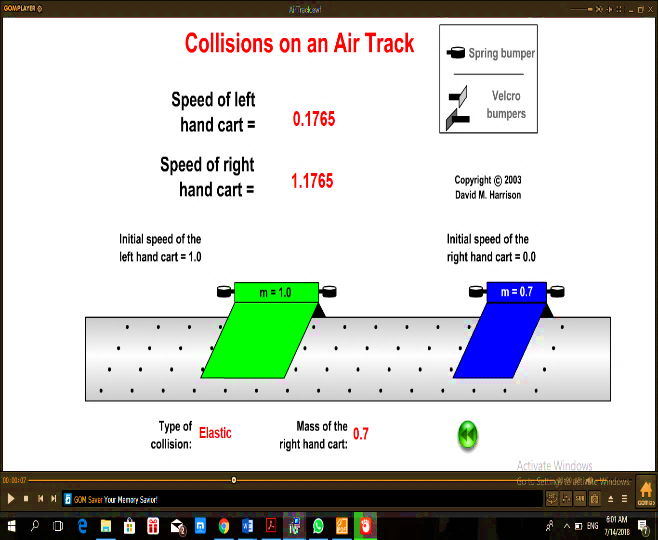
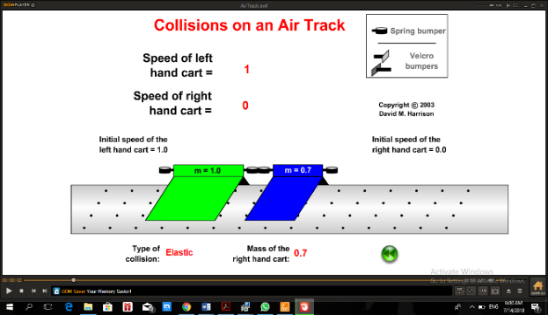
|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Source of Variation | SS | df | MS | Fhit | P-value | F tabel |
| Antar Kemampuan Awal (B) | 1333.5 | 1 | 1333.5 | 13.62683 | 0.000826 | 4.149097 |
| Antar Pembelajaran (A) | 4038.6 | 1 | 4038.6 | 41.27088 | 3.2 E-07 | 4.149097 |
| Interaction | 90.567 | 1 | 90.567 | 0.925513 | 0.343245 | 4.149097 |
| Within | 3131.4 | 32 | 97.85597 |  |  |  |
| Total | 8594 | 35 |  |  |  |  |

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh hasil Fhit > Ftabel dengan nilai 5,11 > 4,15 untuk data varian antar pembelajaran (A) sehingga hipotesis Ho ditolak dan Ha diterima. Dapat disimpulkan bahwa metakognitif siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran inkuiri melalui percobaan rill-virtual lebih tinggi daripada kelas yang dibelajarkan dengan model konvensional.

Selanjutnya untuk data varian antar kemampuan awal (B) diperoleh hasil Fhit > F tab dengan niali 9,40 > 4,15 sehingga hipotesis Ho ditolak dan Ha diterima. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan metakognitif siswa yang berkemampuan awal tinggi-rendah yang dibelajarkan dengan model inkuiri melalui percobaan rill-virtual lebih tinggi daripada kelas konvensonal.

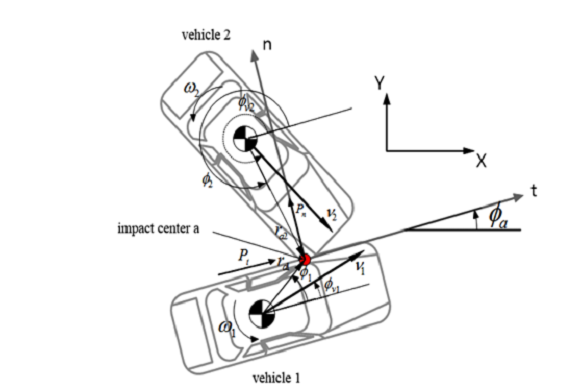
Tampilan kegiatan virtual eksperimen menggunakan silumasi komputer Phet untuk merekonstruksi pengetahuan siswa pada topik momentum, impuls dan tumbukan seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.





**Gambar 1. Kegiatan virtual eksperimen (Phet Colorado, 2018)** [24].

Berdasarkan nilai rata-rata dan uji hipotesis diperoleh kesimpulan bahwa siswa yang dibelajarkan dengan model inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo mampu meningkatkan literasi sains lebih tinggi dari konvensional baik pada kelompok siswa dengan kemampuan awal tinggi maupun rendah.Tingginya peningkatan kemampuan literasi sains dikarenakan siswa yang belajar dengan model inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo lebih banyak melakukan praktikum dan selama kegiatan pembelajaran guru banyak memberikan contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan kegiatan penyelidikan siswa belajar menjelaskan fenomena dan membuat kesimpulan berdasarkan percobaan. Selama kegiatan pembelajaran siswa dibagi dalam beberapa kelompok heterogen yakni dengan siswa yang memiliki kemampuan berbeda-beda. Kegiatan yang dilakukan secara berkelompok akan memberi dampak yang baik terhadap literasi sains siswa terutama jika dalam satu kelompok memiliki tingkat kemampuan yang berbeda-beda hal itu dikarenakan akan terjadi transfer pembelajaran dari siswa yang memiliki kemampuan tinggi ke siswa yang memiliki kemampuan kurang. Hal tersebut sejalan dengan pengertian literasi sains yang dikemukakan oleh OECD 2012 yakni seseorang dikatakan memeliki literasi sains yang baik apabila individu tersebut mampumenjelaskan fenomena ilmiah, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti nyata tentang sains terkait masalah. Melalui inkuri siswa diberikan video pembelajaran tetantang topik momentum, impuls dan tumbukan untuk beberapa kasus di dunia nyata. Salah satu contoh terdapat pada Gambar 2, dengan fenomena tabrakan pada mobil siswa akan merekontruksi pengetahuan mereka secara baik.



**Gambar 2. Fenemomena tabarakan pada mobil (Han, 2015)** [25].

Hasil penelitian sebelumnya membuktikan bahwa siswa masih kesulitan dalam membelajarkan konsep energi, momtentum dan gaya konservatif [26]. Banyak siswa masih tidak mampu menghubungkan momentum dan impuls [27-28] akan tetapi dengan pembelajaran berbasis riil- virtual dengan model pembelajaran inkuiri, siswa begitu antusias dikarenakan siswa merasa lengkap dengan belajarnya. Biasanya pembelajaran hanya konvesional akan tetapi siswa merasa dengan pembelajaran modern baik animasi atau simulasi komupter dan percobaan riil siswa lebih memahami konsep dengan baik dan membangkitkan semanga untuk belajar dan belajar setiap waktu. Dengan hasil penelitian atau uji statistik Anava AB bahwa ada perbedaan yang signifikan antara kelas inkuri dan kelas konvensional. Dimana guru bukan lagi sebagai sumber belajar primer akan tetapi siswa yang berupaya untuk belajar, menemukan dan memecahkan masalah. Sains lebih tinggi dibandingkan siswa yang belajar dengan model pembelajaran konvensional.

1. **Perbedaan Peningkatan Literasi Sains pada Siswa yang Memiliki Kemampuan Awal Tinggi-Rendah**

Hasil uji ANAVA dua jalur yang telah dipaparkan sebelumnya, terlihat bahwa perbedaan rerata literasi sains siswa yang signifikan antara kemampuan awal tinggi dan kemampuan awal rendah. Disinilah peranan pembelajaran inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo dari kemampuan awal terlihat, pada saat dua kelas yang diberikan perlakuan yang berbeda dengan kelas yang menggunakan ikuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo kelompok kemampuan awal tinggi dan kelas yang tidak menggunakan inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo dengan kelompok kemampuan awal rendah.

Kemampuan awal siswa dapat dibentuk melalui berbagai cara, salah satunya dengan melakukan apersepsi yang baik. Apersepsi yang dilakukan pada tahap awal pembelajaran pada umumnya dapat dianggap hal yang kecil, namun besar dampaknya pada proses pembelajaran. Ketidakbiasaan siswa dalam menyelesaikan suatu masalah atau dalam proses menemukan konsep ternyata sangat dipengaruhi oleh ketidakmatangan sewaktu apersepsi yang mengakibatkan tujuan akhir dari pembelajaran itu tidak tercapai atau tidak sesuai harapan.

Pada pembelajaran inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo siswa dikelompokkan menjadi beberapa kelompok hal inilah yang dapat menumbuhkan rasa kerjasama yang baik dalam satu kelompok. Proses belajar secara kerjasama dalam satu kelompok memungkinkan siswa untuk mengingat lebih lama akan pelajaran yang diterimanya, diskusi memecahkan masalah secara bersama sehingga terjadi interaksi yang saling membantu antar anggota.

Kemampuan literasi sains siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada kemampuan awal tinggi-rendah memiliki perbedaan yang signifikan. Hal tersebut jika dikaitkan dengan pembelajaran inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo maka siswa yang telah memiliki kemampuan awal tinggi didukung pembelajaran yang mengedepankan proses sains, maka akan menghasilkan literasi sains yang baik pula karena munculnya literasi sains siswa dengan proses sains dan pemahaman konsep tentang sains itu sendiri. Begitupun juga siswa dengan kemampuan awal rendah karena selama kegiatan banyak melakukan kerja kelompok yang membuat transfer pengetahuan dari siswa pandai kepada siswa dengan kemampuan rendah dalam masing-masing kelompok, sehingga memberi dampak yang baik pada masing-masing kelompok. Kemampuan awal fisika yang dimiliki siswa akan memberikan sumbangan yang besar dalam memprediksi keberhasilan belajar siswa selanjutnya [29]. Berdasarkan uraian tersebut, menunjukkan adanya pengaruh kemampuan awal dalam pembelajaran inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo terhadap literasi sains siswa.

1. **Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Melalui Percobaan Rill-Virtual Terhadap Literasi Sains.**

Hasil analisis data pengaruh model pembelajaran terhadap literasi sains menggunakan uji ANAVA diperoleh kesimpulan bahwa ada pengaruh antara model inkuiri melalui percobaan Rill-Virtual Monte Carlo dengan literasi sains. Hasil temuan sebelumnya menyatakan bahwa dengan model pembelajaran inquiry diperoleh hasil adanya peningkatan pada literasi sains siswa [29].

Peningkatan rata-rata nilai literasi sains siswa tidak terlepas dari karakteristik sintaks model Inkuiri melui percobaan riil-virtuil monte carlo. Inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo merupakan model pembelajaran yang menekankan aktivitas penyelidikan. Prinsip pelaksanaan pembelajaran dengan model Inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo yaitu pada proses penyelidikan dimana siswa dituntut untuk menyelidiki dan menguji hipotesis yang telah dibuat. Melalui kegiatan inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo yang lebih menekankan pada peran aktif siswa selama pembelajaran. Siswa secara aktif memperoleh konsep pengetahuannya sendiri sehingga pengetahuan tersebut dapat diingat lebih lama oleh siswa dan pembelajaran akan menjadi bermakna. Hasil wawancara dari beberapa siswa, siswa merasa senang dan termotivasi dalam pembelajaran dengan model inkuiri melaui percobaan riil-virtuil monte carlo. Hal itu dikarenakan siswa merasa lebih mudah memahami materi saat dilakukan dengan menggunakan model inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo. Pernyataan tersebut didukung oleh Howes et al., (2009) [30] yang menyatakan bahwa Pembelajaran inkuiri menekankan kepada aktivitas siswa secara maksimal untuk mencari dan menemukan, artinya pembelajaran ini menempatkan siswa sebagai subyek belajar.

Model inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo mampu mengembangkan kemampuan berpikir siswa sebagai bagian dari proses mental. Dengan demikian, dalam inkuiri siswa tak hanya dituntut untuk menguasai materi pelajaran, akan tetapi bagaimana siswa dapat mengakitkan materi dengan lingkungan sekitarnya. Hal inilah yang membuat siswa melek atau sadar akan sains terhadap lingkungan, baik yang lagsung berinteraksi maupun tidak. Mengembangkan literasi sains siswa akan mengalami peningkatan seiring dengan model pembelajan yang digunakan, oleh karena itu pembelajaran harus memberdayakan kemampuan berpikir siswa [31]. Pembelajaran inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo melatih siswa untuk berdiskusi dalam merumuskan masalah, membuat hipotesis, mengumpulkan data, menguji hipotesis dan membuat kesimpulan dari apa yang telah diperoleh. Aktivitas kerja dalam kelompok sebaya akan menjadi wahana bagi siswa untuk meningkatkan literasi sains siswa.

Literasi sains merupakan pengetahuan ilmiah individu dan penggunaan pengetahuan tersebut untuk mengidentifikasi pertanyaan sehingga diperoleh pengetahuan baru untuk menjelaskan fenomena ilmiah, dan untuk menarik kesimpulan berbasis bukti tentang sains terkait masalah, pemahaman karakteristik sains sebagai bentuk pengetahuan dan penyelidikan manusia (OECD, 2015). Semua kegiatan pada inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo mengarah pada kemampuan literasi sains siswa.

Terlihat bahwa keunggulan model pembelajaran inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo dapat mengembangakan pemikiran siswa melalui fenomena-fenomena yang diselidiki. Model pemebelajaran inkuiri memiliki keunggulan, diantaranya; 1) Menekankan tiga aspek keterampilan yaitu kognitif, afektif, dan psikomotorik. 2) Siswa menjadi aktif dan produktif dalam mencari dan mengolah informasi. 3) Siswa dapat memahami konsep dasar dan ide-ide secara lebih baik. 4) Memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar sesuai dengan gaya belajar mereka. 5) Siswa yang memiliki kemampuan tinggi tidak akan terhambat oleh siswa yang kemampuan rendah dalam belajar. 6) Membantu siswa dalam menggunakan momori dalam mentransfer konsep yang dimilikinya pada situasi proses belajar yang baru. 7) Mendorong siswa untuk berfikir konstruktif dan merumuskan hipotesisnya sendiri. 8) Membentuk dan mengembangkan konsep sendiri pada diri siswa sehingga secara psikologis siswa lebih terbuka terhadap pengalaman baru, berkeinginan untuk selalu mengambil dan mengeksploitasi kesempatan yang ada. 9) Memungkinkan siswa belajar dengan memanfaatkan berbagai jenis sumber yang tidak hanya menjadikan guru sebagai satu-satunya sumber balajar [32].

Siswa setelah menerima pembelajaran inkuiri melaui percobaan rill-virtual monte carlo memiliki kemampuan untuk berfikir tingkat tinggi [33], menemukan konsep dan mengaitkan konsep dengan fenomena alam lingkungan sekitar [34]. Terlihat dari jawaban siswa sebelum pembelajaran inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo, siswa belum mampu mengungkapkan jawaban dengan detail dan bersesuaian dengan konsep, siswa hanya menebak dan berfikir menggunakan logika. Berbeda dengan setelah diberikan model pembelajaran inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo siswa lebih bisa mengungkapkan jawaban dengan tepat dan sesuai dengan konsep yang sudah dimilikinya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran inkuiri melaui percobaan riil-virtuil monte carlo berpengaruh terhadap literasi sains siswa. Karakteristik yang dimiliki melaui percobaan rill virtual dapat menciptakan pembelajaran yang bermakna. Selain itu karena permasalahan yang digunakan bersifat kontekstual dan tidak asing bagi siswa, sehingga siswa dapat menggali kemampuannya dengan informasi yang terkait dengan permasalahan itu yang berasal dari pengalamannya sendiri dan dapat mengambil keputusan yang baik karena siswa langsung mengalaminya.

**4. Conclusion**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa kemampuan siswa yang belajar dengan modelinkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo dalam literasi sains lebih tinggi dibandingkan siswa yang belajar dengan model pembelajaran konvensional. Hasil tersebut di dukung oleh uji hipotesis Anava AB yang menyatakan bahwa kemampuan literasi sains kelas dengan modelInkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo lebih tinggi daripada kelas konvensional baik untuk kelompok siswa dengan kemampuan awal tinggi ataupun rendah. Dengan demikian model Inkuiri melalui percobaan riil-virtuil monte carlo dapat direkomendasikan dalam meningkatkan literasi sains siswa. Kebaharuan dari penelitian ini adalah menggabungkan dua kegiatan riil dan virtual dengan nama riil-virtuil monte carlo dengan menggunkan model pembelajaran inkuiri meningkatkan literasi sains siswa. Keterabatasan dari penelitian ini adalah hanya mungkur panguruh model inkuri terhadap literasi sains. Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya dalam mengukur aktivtas literasi sains siswa pada setiap pertemuan dan miskonsepsi literasi sains pada setiap wacana yang diberikan guru.

**References**

1. Rinia, E. J., van Leeuwen, T. N., Bruins, E. E. W., van Vuren, H. G., & van Raan, A. F. J. “Measuring Knowledge Transfer Between Fields of Science”. *Scientometrics*. 2002. 54(3), 347-362.
2. Irving, P. W.,& Sayre, E. C. “Physics Identity Development: A Snapshot of The Stages of Development of Upper-Level Physics Students”. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*. 2013. 13(4), 68-84.
3. Sarabando, C., Cravino, J. P., & Soares, A. A. “Contribution of a Computer Simulation To Students’ Learning of The Physics Concepts of Weight and Mass”. *Procedia Technology*. 2014. 13, 112-121.
4. Firdaus, T., Setiawan, W., & Hamidah, I. “The Kinematic Learning Model Using Video and Interfaces Analysis”. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*, 2017. 895(012108), 1-6.
5. Rothenstein, B.,& Zaharie, I. Relativistic Thermodynamics for the Introductory Physics Course. *Journal of Theoretics*. 2003, 5-2, 1-8.
6. Yener, D. “A Study on Analogies Presented In High School Physics Textbooks”. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 2012. 13(1), 1-17.
7. Shirazi, S. “Student Experience of School Science”. [*International Journal of Science Education*](https://www.tandfonline.com/toc/tsed20/current), 2017. 39(14), 1891-1912.
8. Greca, I. M.,&Moreira, M. A. Mental, Physical, and Mathematical Models in the Teaching and *Learning of Physics. Science Education*. 2011. 86, 106-121.
9. Jacobson, M. J., & Wilensky, U. Complex Systems in Education: Scientific and Educational Importance and Implications for the Learning Sciences. *Journal of The Learning Sciences*. 2006 *15*(1), 11–34.
10. Yoon, S. A., Goh, S. E., & Park, M. “Teaching and Learning About Complex Systems in K–12 Science Education: A Review of Empirical Studies 1995–2015”. *Review of Educational Research*. 2017. 20(5), 1-41.
11. Meredith, A. P. R., & Volkmann, M. J. “Science and Mathematics-A Natural Connection”. *Science and Children*, 2007. 45(2), 60-61.
12. Goold, J., Huber, M., Riera, A., del Rio, L., & Skrzypczyk, P. “The Role of Quantum Information In Thermodynamics—A Topical Review. *J. Phys. A: Math. Theor*. 2016. 49(0000) 143001, 1-50.
13. Cheng, S. C., She, H. C., & Huang, L. Y. “The Impact of Problem-Solving Instruction on Middle School Students’ Physical Science Learning: Interplays of Knowledge, Reasoning, and Problem Solving”. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2018.*14*(3), 731-743.
14. Akben, N. “Effects of the Problem-Posing Approach on Students’ Problem Solving Skills and Metacognitive Awareness in Science Education”. [*Research in Science Education*](https://link.springer.com/journal/11165), 2018. 1-23.
15. Wartono., Suyudi, A., & Batlolona, J. R. “[Students’ Problem Solving Skills of Physics on the Gas Kinetic Theory Material](https://www.researchgate.net/profile/John_Batlolona4/publication/325116005_Students%27_Problem_Solving_Skills_of_Physics_on_the_Gas_Kinetic_Theory_Material/links/5af8c1deaca2720af9e677c0/Students-Problem-Solving-Skills-of-Physics-on-the-Gas-Kinetic-Theory-Material.pdf)”. *Journal of Education and Learning* (EduLearn), 2018. 12(2), 319-324.
16. Gormally, C., Brickman, P., Lutz, M. “Developing a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS): Measuring Undergraduates’ Evaluation of Scientific Information and Arguments”. *CBE-Life Sciences Education*, 2012. 11, 364-377.
17. OECD. (2015). Reviews of National Policies For Education: Education In Indonesia, Rising to The Challenge. Paris: OECD Publishing.
18. Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. “Collaborative Inquiry Learning: Models, Tools, and Challenges” . *International Journal of Science Education*, 2010. *32*(3), 349-377.
19. Helmreich, J. E.,& Krog, K. P. Ordinary Least Squares and Quantile Regression: An Inquiry-Based Learning Approach to a Comparison of Regression Methods. *PRIMUS*, 2017. 00(00), 1-17.
20. Ajredini, F., Izairi, N., & Zajkov, O. “Real Experiments versus Phet Simulations for Better High-School Students’ Understanding of Electrostatic Charging”. *European Journal of Physics Education*, *2013. 5*(1), 59-70.
21. Liu, T., C., Lin, Y. C., & Kinshuk. “The application of Simulation-Assisted Learning Statistics (SALS) For Correcting Misconceptions and Improving Understanding of Correlation”. *Journal of Computer Assisted Learning*, 2010. 26(2), 143–158.
22. Han, I. “Impulse-Momentum Based Analysis of Vehicle Collisionaccidents Using Monte Carlo Simulation Methods”. *International Journal of Automotive Technology*. 2015. 16(2), 253-270.
23. Gall & Borg, 2003. Education Research An Introduction. USA.
24. Phet Colorado. 2018. <https://phet.colorado.edu/sims/collision-lab/collision-lab_en.html>.
25. Han, I. “Impulse-Momentum Based Analysis of Vehicle Collisionaccidents Using Monte Carlo Simulation Methods”. *International Journal of Automotive Technology*. 2015.16(2), 253-270.
26. George, I. A., Broadstock, A. J., & Abad, J. V. (2000). Learning Energy, Momentum, and Conservation Concepts with Computer Support in an Undergraduate Physics Laboratory. Fourth International Conference of the Learning Sciences (pp. 2-3). Mahwah, NJ: Erlbaum.
27. Unlu, P., Ingeç, S. K., & Tasar M. F. “Investigation of Teacher Candidates Knowledge Structures About Momentum and Impuls by Means of Concept Maps”. *Education and Science*, 2006. 31(139), 70-79.
28. Sarıoglan, A. B., & Kucukozer, H. “Comparison of High School Students’ Ideas about Momentum and Impulse Conceptions Before and After Instruction”. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2013. 116, 3771-3775.
29. Marusic & Slisko. “Influence of Three Different Methods of Teaching Physics on the Gain in Students’ Development of Reasoning”. *International Journal of Science Education,* 2012.34(2), 301-326.
30. Howes, E. V., Lim, M., & Campos, J. “Journeys Into Inquiry‐Based Elementary Science: Literacy Practices, Questioning, and Empirical Study”. *Science Education*. 2009. 93**,** 189–217.
31. Wartono, W., Hudha, M. N., Batlolona, J. R. “[How Are The Physics Critical Thinking Skills of The Students Taught by Using Inquiry-Discovery Through Empirical and Theorethical Overview?](http://www.ejmste.com/pdf-80632-16493?filename=How%20Are%20The%20Physics.pdf)”. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 2018. 14(2), 691-697
32. Smith, R., & Walker. S. “Can inquiry-based learning strengthen the links between teaching and disciplinary research?”. *Studies in Higher Education*, 2010. *35*(6), 723-740.
33. Hugerat & Kortam. “Improving Higher Order Thinking Skills among freshmen by Teaching Science through Inquiry”. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 2014. 10(5), 447-454.
34. Bacon, K.,& Matthews, P. “Inquiry-Based Learning With Young Learners: A Peirce-Based Model Employed To Critique A Unit Of Inquiry On Maps And Mapping”. *Irish Educational Studies*, 2014. *33*(4), 351-365.