

EFEKTIVITAS MODEL PIMCA DENGAN MULTI-REPRESENTASI PADA PEMBELAJARAN GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN (GLBB) KELAS X IPA DI SMA KATOLIK THOMAS AQUINO MANADO

^{*)} Christo Palit, Cosmas Poluakan, dan Jimmy Lolowang

Fakultas Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, dan Kebumihan, Universitas Negeri Manado

*e-mail: 18503018@unima.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini untuk mengetahui peningkatan hasil belajar fisika siswa terhadap mata pelajaran fisika melalui penggunaan model PIMCA (Presentation, Idea Mapping, Conceptualizations, Assesment Formative) dengan multi-Representasi pada Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Jenis penelitian yang dilaksanakan adalah kuantitatif dengan metode Pre-Eksperiment Design karena hanya ada satu kelompok perlakuan yang dipilih untuk mengetahui capaian hasil belajar dan desain penelitian yang digunakan yakni one grub pretest-posttest design. Instrumen yang di gunakan yakni Pre-test untuk menguji kemampuan awal siswa kemudian di berikan treatment yakni PIMCA dan terakhir diberikan Post-test untuk mengetahui hasil setelah di terapkannya treatment. Penelitian berlokasi di SMA Katolik Thomas Aquino Manado. Sampel yang diuji yakni siswa kelas X IPA 1 tahun ajaran semester ganjil 2020/2021 dengan jumlah responden 20 siswa. Hasil olah data dan analisis diperoleh nilai rata-rata Pre-test 28 dan nilai rata-rata Post-test 71 dan melakukan pengujian statistik dengan Uji-t paired sample test diperoleh nilai sig.(2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$ sehingga terdapat peningkatan hasil belajar fisika siswa setelah di terapkan perlakuan.

Kata kunci: PIMCA, GLBB, Multi-Representasi, Hasil Belajar

ABSTRACT

This study aims to determine the increase in student learning outcomes in physics subjects by the PIMCA (Presentation, Idea Mapping, Conceptualizations, Formative Assessment) model with multi-representation in Uniformly Changing Straight Motion (GLBB). The type of research carried out was quantitative with the Pre-Experiment Design method because there was only one treatment group that was chosen to determine the achievement of learning outcomes and the research design used was the one grub pretest-posttest design. The instrument used is the Pre-test to test the students' initial abilities, then they are given treatment, namely PIMCA and finally the Post-test is given to find out the results after the treatment is applied. The research is located at Thomas Aquino Catholic High School Manado. The sample tested was class X IPA 1 academic year in the odd semester 2020/2021 with a total of 20 students as respondents. The results of data processing and analysis obtained the average value of the Pre-test 28 and the average value of the Post-test 71 and carried out statistical testing with the paired sample test t-test obtained a sig. (2-tailed) value of $0.000 < 0.05$ so there is an increase in student physics learning outcomes after the treatment is applied.

Keywords: PIMCA, GLBB, Multi-Representation, learning outcomes

1. PENDAHULUAN

Fisika merupakan cabang ilmu yang mempelajari fenomena alam yang sangat dekat dengan kehidupan manusia setiap hari. Fenomena Alam yang sering terjadi dalam kehidupan terbentuk oleh interaksi berbagai besaran fisika, seperti misalnya kecepatan, percepatan, waktu, jarak, massa dan lain sebagainya semuanya memiliki hubungan satu dengan yang lain. Manusia pada dasarnya makhluk hidup yang terus bergerak sehingga besaran fisika selalu dekat dengan kita. Pengetahuan tentang fisika yang diketahui beberapa orang terlebih kepada siswa di sekolah

cukup terbilang sulit dalam memahaminya meskipun pelaksanaannya terbilang cukup mudah dimengerti. Dalam pengalaman belajar mengajar sebelum ditemukan bahwa 5 dari 20 siswa tidak menyukai/meminati mata pelajaran fisika adapun juga di kelas lain hampir tidak ada yang menyukai/ mininati mata pelajaran ini dibutuhkan cara yang tepat bagi seorang guru agar peserta dapat mampu memahami materi yang diberikan sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai terutama siswa dapat mampu menyelesaikan masalah dan menemukan konsep yang berkaitan dengan materi fisika secara tepat

dan efektif berdasarkan kemampuan capaian masing-masing siswa.

Pembelajaran fisika merupakan suatu interaksi antara siswa dan guru sebagai sumber belajar yang digunakan dalam situasi edukatif dalam mempelajari fenomena dan gejala alam yang terjadi disekitar. Komunikasi yang baik antara guru dan siswa juga menentukan keberhasilan pembelajaran seperti halnya siswa dalam kegiatan pembelajaran sebagian besar takut bahkan malu untuk bertanya kepada guru itu sendiri yang mungkin juga kurang jelas dalam memberikan materi.

Setiap pribadi memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing seperti halnya siswa dalam memahami sesuatu yang dijelaskan guru berbeda cara. Proses pembelajaran saat berada di lapangan terlihat guru terutama mata pelajaran fisika tidak melihat potensi dari masing-masing siswa itu sendiri. Representasi setiap siswa dalam memahami sesuatu harus sesuai target keberhasilan pembelajaran karena guru juga masih jarang menggunakan media visual maupun audio contohnya gambar, animasi, dan demonstrasi baik dilakukan oleh guru atau siswa itu sendiri sebagai bentuk representasi lain dari sebuah konsep, namun terlihat guru cenderung lebih terlihat menggunakan penjelasan verbal yang terbilang monoton, sehingga siswa merasa bosan dan tidak teras ditantang untuk menjelaskan konsep fisika yang sama dengan menggunakan representasi lain padahal dalam fisika terdapat banyak konsep yang bersifat abstrak membutuhkan berbagai representasi agar dapat dikomunikasikan secara lebih efektif.

Kajian awal tentang kemampuan awal representasi siswa melalui pengalaman mengajar di ruang kelas disaat itu juga telah dilaksanakan survey terlihat didapatkan hanya sedikit siswa yang mampu memanfaatkan kemampuan representasi dengan baik dan bahkan hampir tidak sama sekali. Hal ini memang sangat membutuhkan perhatian dari guru sebagai fasilitator karena materi pokok dalam pelajaran fisika ini menuntut siswa untuk mempunyai kemampuan representasi untuk memahami Gerak Lurus Berubah Beraturan. Pada materi ini siswa kelas 10 memerlukan kemampuan pemecahan masalah yang kompleks atau lengkap, artinya siswa tidak hanya memahami persamaan yang digunakan dalam materi tersebut, namun siswa juga harus mengembangkan kemampuannya melalui *multi-*

Representasi baik secara audio, visual, grafik dan penyelesaian matematisnya.

Rosengrant, D., dkk (2006) menyatakan bahwa representasi membantu siswa membentuk pengetahuan dan pemecahan masalah. Siswa menggunakan representasi untuk membantu mereka memahami situasi masalah serta untuk mengevaluasi hasilnya. Dua kecenderungan dikembangkan dari berbagai penelitian terakhir ini, yaitu bagaimana siswa menggunakan berbagai representasi ketika memecahkan permasalahan dan bagaimana format representasi yang berbeda mempengaruhi kinerja siswa dalam pemecahan masalah. Sehingga patut dipertimbangkan untuk melatih bagaimana siswa menggunakan berbagai representasi (*multi-Representasi*) ketika memecahkan permasalahan dan mempelajari bagaimana cara terbaik untuk melakukan pemecahan masalah menggunakan berbagai representasi.

Bertolak dari hal diatas maka suatu tantangan bagi seorang guru untuk menghadirkan model pembelajaran yang tepat untuk melatih dan mengembangkan kemampuan representasi siswa agar dapat merancang serta mengembangkan informasi yang didapat secara maksimal dalam memecahkan suatu masalah yang kompleks dalam pembelajaran fisika. Dengan penggunaan model PIMCA dapat dijadikan suatu alternatif cara bagi seorang guru untuk merancang dan mengembangkan konsep fisika kedalam berbagai representasi, tidak hanya representasi matematis tetapi representasi lain seperti representasi verbal, gambar atau animasi, serta representasi grafik yang masih sedikit sekali digunakan dalam pembelajaran. Untuk meningkatkan kemampuan psikomotor dan kognitif siswa melalui pendekatan *multi-Representasi* siswa akan diarahkan untuk mengamati, menganalisis, menggambarkan serta menyajikan konsep sesuai kemampuan masing-masing siswa. Cara penyajian guru yang tepat diharapkan dapat sesuai dengan pembelajaran fisika terutama memahami Gerak Lurus Berubah Beraturan yang banyak menggunakan representasi gambar atau visual untuk memudahkan siswa lebih memahaminya. Sehingga dengan pemilihan metode yang tepat dalam pembelajaran fisika itu haruslah tepat sasaran dalam meningkatkan hasil belajar siswa dan peningkatan mengajar seorang guru sebagai fasilitator atau sumber belajar.

Jadi dengan menggunakan model PIMCA dapat membantu mengarahkan siswa untuk memanfaatkan kemampuannya dengan representasinya sehingga belajar mengajar lebih aktif dan kompeten untuk menguasai konsep fisika dalam rangka untuk memecahkan masalah dan memahami apa yang sudah disajikan guru sehingga diperkenalkanlah model PIMCA untuk membantu siswa lebih memahami materi sesuai representasi masing-masing siswa.

Model PIMCA (*Presentation, Idea Mapping, Conceptualization, Assessment formative*) oleh C. Poluakan merupakan model pembelajaran baru yang dikembangkan dari model MOMBI (*Model of Model Based Instruction*) untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan memahami konsep dan model pembelajaran ini diharapkan dapat membantu siswa dan guru dalam memecahkan permasalahan maupun memperbaiki hasil belajar mereka dan penguasaan konsep fisika khususnya Gerak Lurus Berubah Beraturan sederhana yang paling sering kita temui dalam kehidupan sehari-hari. Dari beberapa penjelasan-penjelasan di atas maka judul penelitian ini yakni “*Efektivitas Model PIMCA Dengan Multi-Representasi Pada Pembelajaran Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) Kelas X IPA Di SMA Katolik Thomas Aquino Manado*”.

2. KAJIAN LITERATUR

Teori Vygotsky

Secara holistik dan faktual perkembangan manusia merupakan sesuatu yang tidak terpisahkan dari kegiatan-kegiatan sosial dan budaya, yang merupakan suatu proses perkembangan mental seperti ingatan, perhatian, dan penalaran yang melibatkan pembelajaran dengan menggunakan temuan-temuan masyarakat (Suardipa, 2020).

Model PIMCA

PIMCA (*Presentation, Idea Mapping, Conceptualization, Assessment Formative*) adalah model pembelajaran baru yang merupakan model pengembangan dari MOMBI namun ditekankan pada proses teaching dan learning dengan *multi-Representasi* yang dikembangkan dari konsep ZPD Vygotsky.

Model pembelajaran PIMCA terdiri dari 4 langkah yaitu:

- Presentation*, yakni siswa mendapatkan sumber pengetahuan dari Multiple representasi (MR).
- Idea Mapping*, yakni siswa membangun pengetahuan dengan mengidentifikasi ide dan konsep yang berhubungan dengan presentasi.
- Conceptualization*, yakni guru sebagai fasilitator, pengarah dan pembuatan siswa dalam klarifikasi konsep untuk menciptakan peta konsep lengkap.
- Assessmen formative*, yakni siswa menggunakan penilaian otentik sebagai penguat konsep yang dipelajari melalui latihan dan jawaban pertanyaan melalui tes instrument, solusi kasus atau portofolio, proyek dan penilaian kinerja. (C. Poluakan dan D. Katuuk, 2022).

Multi-Representasi

Herawati dkk, (2013). Pendekatan Multi-representasi terdiri dari dua kata yaitu Multi dan representasi. Multi artinya berbagai atau macam, sedangkan representasi adalah suatu cara untuk menggambarkan suatu objek atau proses jadi pendekatan *multi-representasi* merupakan suatu cara menggambarkan suatu konsep dengan berbagai bentuk (verbal, gambar, grafik dan matematik). Pendekatan *Multi-representasi* adalah salah satu pendekatan yang dalam penyajian materi memadukan teks, gambar, simbol serta grafik yang dapat meningkatkan pemahaman peserta didik sehingga siswa secara aktif berpartisipasi secara langsung dalam proses pembelajaran.

Sunyono (2015). *Representasi* digunakan para ahli untuk berkomunikasi dan memecahkan masalah. Representasi dikategorikan dalam dua kelompok yaitu representasi internal dan representasi eksternal. Representasi internal adalah konfigurasi kognitif individu siswa yang berasal dari perilaku manusia yang menggambarkan beberapa aspek dari proses fisik dan pemecahan masalah. Di sisi lain representasi eksternal dapat digambarkan sebagai situasi fisik yang terstruktur dapat dilihat dengan mewujudkan ide-ide fisik. Menurut pandangan konstruktivis, representasi internal ada dalam kepala siswa dan representasi eksternal disituasikan oleh lingkungan.

Ainsworth (1999) menyatakan bahwa representasi dalam pembelajaran Fisika dapat digunakan untuk meminimalisasi kesulitan siswa dalam belajar Fisika. Sebagaimana

dinyatakan Brenner dalam (Kartini 2009) bahwa proses pemecahan masalah yang sukses bergantung kepada keterampilan merepresentasi masalah seperti mengonstruksi dan menggunakan representasi matematik di dalam kata-kata, grafik, tabel dan persamaan-persamaan, penyelesaian dan manipulasi simbol. Hal ini dikarenakan *multi-Representasi* dapat memberikan tiga manfaat utama yaitu sebagai pelengkap informasi, pembatas interpretasi dan pembangun pemahaman.

Opfermann dkk, (2017) mengatakan bahwa banyak konsep Fisika yang abstrak dapat dipahami jauh lebih cepat ketika divisualisasikan menggunakan Multiple representasi, sehingga format Multiple-representasi sering digunakan untuk menyampaikan informasi dan mendukung konstruksi pengetahuan siswa. Dengan kata lain, *multi-Representasi* mendukung pemahaman, ketika representasi itu mengandung aspek-aspek yang berbeda secara kualitatif dari informasi yang akan dipelajari atau ketika mereka menyampaikan informasi yang sama tetapi dengan cara yang berbeda.

Dalam pembelajaran sains, *multi-Representasi* mengacu pada pembelajaran sains yang menggambarkan suatu konsep dan proses yang sama dalam format yang berbeda, termasuk format verbal, grafik dan format numerik. *Multi-Representasi* adalah penggunaan dua atau lebih representasi untuk menggambarkan suatu sistem atau proses nyata. *Multi-Representasi* dapat menggambarkan aspek yang berbeda dari suatu keadaan nyata atau menggambarkan aspek yang sama dengan cara yang berbeda (Van Der Meij 2007). Menurut Prain dan Waldrup *Multi-Representasi* berarti merepresentasi ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda, termasuk verbal, gambar, grafik dan matematik. Pengertian yang paling umum, representasi adalah suatu konfigurasi yang dapat menggambarkan sesuatu yang lain dalam beberapa cara (Kartini 2009). Pendekatan Multi-represetasi adalah pendekatan yang menggunakan berbagai representasi untuk menyampaikan konsep dalam proses pembelajarannya.

Rosengrant dkk, (2006), representasi adalah sesuatu yang melambangkan atau menggambarkan objek atau proses. Contoh repesentasi dalam isika meliputi kata-kata, gambar, diagram, grafik, visual, video, peraga fisik/demonstrasi, persamaan matematika, dll. *Multi-Representasi* lebih konkret sebagai

referensi untuk konsep yang lebih abstrak. Multiple Representasi sangat penting untuk membantu siswa dalam pemerolehan pengetahuan dan pemecahan masalah.

Hasil Belajar

Hasil belajar merupakan suatu proses perubahan kemampuan intelektual (kognitif), kemampuan minat atau emosi (afektif) dan kemampuan motorik halus atau kasar (psikomotor) pada siswa. Perubahan kemampuan siswa dalam proses pembelajaran khususnya dimulai pada satuan guruan dasar diharapkan sesuai dengan tahap pekungbangannnya yaitu pada tahapan operasional kongrit.

GLBB (Gerak Lurus Berubah Beraturan)

Gerak merupakan perubahan posisi (kedudukan) suatu benda terhadap sebuah acuan tertentu. Perubahan letak benda dilihat dengan membandingkan letak benda tersebut terhadap suatu titik yang dianggap tidak bergerak (titik acuan), sehingga gerak memiliki pengertian yang relative. Dalam gerak perubahan posisi suatu benda memiliki lintas tertentu salah satunya pada lintasan yang tegak lurus.

Gerak Lurus Berubah Beraturan Berubah Beraturan (GLBB) adalah gerak partikel pada lintasan berbentuk garis lurus dengan arah gerak tetap yang menempuh jarak berubah secara beraturan tiap satu satuan waktu atau lebih mudah yakni gerak yang dipercepat / gerak yang diperlambat.

Gerak Lurus Berubah Beraturan Berubah Beraturan biasa dikenal juga dengan nama (Gerak satu dimensi dengan percepatan tetap). Persamaan yang ada pada Gerak Lurus Berubah Beraturan terdiri atas 3 yakni:.

- Untuk menentukan Kecepatan setelah bergerak selama t secon

$$v_t = v_0 \pm at \quad (1)$$

- Untuk menentukan jarak yang ditempuh benda selama t secon

$$S_t = v_0 t \pm \frac{1}{2}at^2 \quad (2)$$

- Untuk menentukan Kecepatan akhir setelah benda bergerak

$$v_t^2 = v_0^2 \pm 2as \quad (3)$$

Dimana:

v_0 = Kecepatan awal (m/s)

v_t = Kecepatan akhir (m/s)
 α = Percepatan (m/s²)
 s = Jarak yang ditempuh (m)

3. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian yang dilaksanakan adalah kuantitatif dengan metode pre-Eksperimen untuk mengetahui capaian hasil belajar siswa melalui penggunaan model PIMCA dengan *multi-Representasi*.

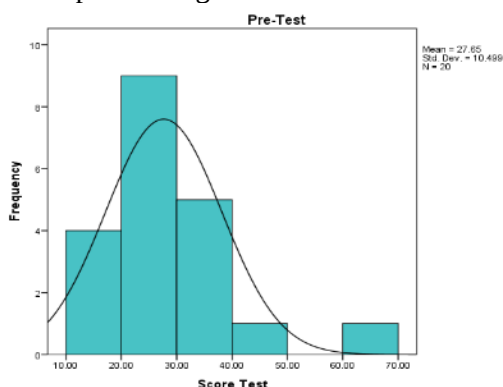
Teknik Analisis Data

Data yang telah diperoleh akan dilanjutkan dengan proses analisis data untuk mengetahui perbedaan setelah diterapkan perlakuan maka dalam hal ini dilakukan dengan pengujian hipotesis karena hanya terdapat satu data statistik parametric yang di uji. Uji Statistik merupakan metode pengambilan keputusan yang berdasar pada analisis data dari percobaan karena telah terpenuhiny bantuan program SPSS 22 untuk menguji statistic penelitian ini digunakan statistik Uji-t paired sample test dengan kriteria pengujian statistic. Pedoman pengambilan keputusan pada Uji paired sampel t-test berdasar nilai signifikan (sig.). Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan sebelum dan sesudah diberikan perlakuan.

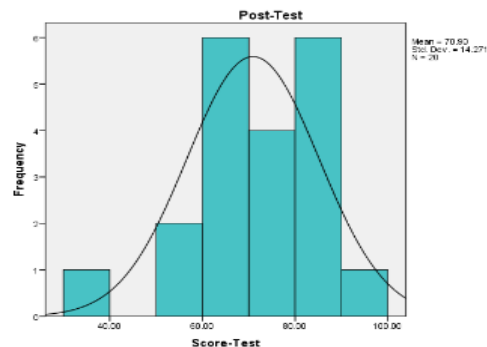
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Statistika Deskriptif

Deskriptif data yang disajikan dalam penelitian ini adalah hasil belajar dengan penggunaan model PIMCA dengan *Multi-Representasi* pada GLBB. Skor hasil belajar sebelum diberikan perlakuan (Pre-test) dan sesudah diberikan perlakuan (Pos-test) dapat dilihat pada histogram dibawah ini:



Gambar 1. Hasil belajar Pre-test



Gambar 1. Hasil belajar Post-test

Hasil Analisis Data

Dalam Penelitian ini digunakan statistik komparatif, Uji statistik merupakan metode pengambilan keputusan yang berdasar pada analisis data baik dari percobaan. Penelitian ini menggunakan pengujian statistik dengan bantuan program SPSS 22. Untuk menguji statistik penelitian ini digunakan statistik Uji-t paired sample test dengan kriteria pengujian statistik.

Tabel 1. Hasil Uji Statistik Paired Sampel t-Test.

		Paired Differences					t	Df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
Pair	Pre-Test - Post-Test				Lower	Upper			
1		-							
		43.25000	19.75341	4.41700	-52.49488	-34.00512	9.792	19	.000

Pembahasan

Berdasarkan data awal telah di analisis bahwa dimana siswa-siswi jurusan IPA ini belum mampu menentukan menggambarkan peta hubungan grafik pada GLBB dengan baik. Hasil Pre-test nilai tertinggi yakni 61 dan nilai terendahnya memperoleh 13 kemudian diberikan perlakuan atau penerapan model pembelajaran PIMCA yang terdiri atas 4 langkah yakni *Presentation, Idea mapping, Conceptualization, Assessment Formative*.

Selanjutnya yang terakhir dilakukannya Post-test sehingga diperoleh nilai akhir Post-test yang menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan terhadap rata-rata hasil belajar siswa dengan perolehan nilai Post-test mendapat nilai tertinggi 92 dan nilai terendahnya yakni 36

Berdasarkan hasil analisis data statistik dengan menggunakan aplikasi SPSS dapat dikemukakan bahwa nilai rata-rata hasil belajar mata pelajaran fisika dengan materi GLBB meningkat secara signifikan dalam memahami konsepnya setelah diberikan penerapan model Pembelajaran PIMCA pada siswa kelas 10

program IPA tahun ajaran semester genap 2020/2021.

Widiyanto (2013 : 35), paired sample t-test merupakan salah satu metode untuk mengkaji keefektifan perlakuan sebelum dan sesudah diberikan perlakuan. Berdasarkan pengujian paired Sample t- Test dengan bantuan software SPSS 22. Hasil analisis pengujian statistik berdasarkan signifikan (2-tailed) adalah sebesar $0,2 < 0,05$ jadi pada table *Uji-T paired sample test* menunjukkan hasil mean atau rata – rata sebesar -43.250 yang artinya terdapat peningkatan yang signifikan karena mean bernilai negatif. Dari hasil data tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan penerapan model PIMCA dengan *Multi-Representasi* terdapat peningkatan hasil belajar siswa.

Penerapan Model Pembelajaran PIMCA dengan *Multi-Representasi* pada GLBB terbukti berpengaruh baik pada hasil belajar. Penelitian ini juga didukung oleh perbandingan hasil belajar materi GLBB dengan model dan metode pembelajaran yang berbeda yakni menunjuk atau memilih 1 diantara 20 siswa untuk mendeskripsikan fenomena melalui animasi yang di berikan dan dilakukan secara bergantian dalam menggambarkan gerak suatu benda pada lintasan tertentu dengan kemampuan representasinya dalam memahami konsep.

Multi-Representasi yang pada tahap presentation bertujuan untuk membantu siswa mengingat kembali materi GLBB yang sudah pernah meraka pelajari sebelumnya. Sesuai dengan Kurnaza (2014) yang mengungkapkan banyak literatur yang mendukung fakta bahwa penggunaan *Multi-Representasi* memberikan hasil yang efisien sehingga dengan *Multi-Representasi* siswa lebih mudah untuk membangun pemahaman terhadap materi GLBB yang abstrak dan kompleks.

Siswa diajak lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran dengan mampu menggambarkan dan memahami konsep fisika materi GLBB seperti ditunjukkan pada tahap *Idea Mapping* dimana siswa di minta menuliskan apa saja yang di pahami dalam bentuk peta pikiran dan selanjutnya pada *Conceptualization* dibuat secara luas dalam bentuk peta konsep untuk membantu memahami materi secara terstruktur.

Rosengrant dkk, (2006). Representasi adalah sesuatu yang melambangkan atau menggambarkan objek atau proses. Dilakukannya *Multi-Representasi* agar kemampuan masing-masing siswa dalam

memahami siswa akan meningkat berdasarkan kemampuan yang tentunya dapat membangkitkan motivasi belajar kepada siswa. Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa siswa mudah untuk memahami konsep fisika pada materi GLBB dengan menerapkan model pembelajaran PIMCA.

5. KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan melalui penggunaan model pembelajaran PIMCA dengan *multi-Representasi* dalam kegiatan pembelajaran dikelas efektif dan berdasarkan hasil penelitian terdapat peningkatan hasil belajar fisika siswa terhadap mata pelajaran fisika pada Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) dan siswa lebih mudah memahami konsep berdasarkan representasi masing-masing.

6. REFERENSI

- Ainsworth, S. (1999). *The Functions of Multi Representations. Journal Computera and Education*, 33: 131-152.
- Herawati, R.F, Mulyani. S dan Redjeki. T (2013). Pembelajaran Kimia berbasis Multi Representasi Ditinjau Dari Kemampuan Awal Terhadap Presentasi Belajar Laju Reaksi Siswa SMA Negeri 1 Karanganyar Tahun Pembelajaran Usaha Energi dan Dampak Terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa. *Jurnal Guruan Fisika Indonesia*. 8 :1-7
- Kurnaza, M.A. (2014). *Effectiveness of Multiple Representations for Learning Energy Concepts Social and Behavioral Sciences*, Turkey.
- Kartini. (2009). Peranan Representasi Dalam Pembelajaran Matematika: Yogyakarta
- Opferman, Maria, Schmeck, Annet and Fischer, Hans E. (2007). *Multi Representations in Physics and Science Education. Why Should We Use Them? Springer International Publishing*, pp.1-22. DOI 10. 1007/978-3-319-58914-5-1.
- Suardipa, P. (2020). Proses *Scaffolding* Pada *Zone of Proximal Develpoment (ZPD)* Dalam Pembelajaran. Vol 4 No 1.
- Poluakan, C and Katuuk, D. (2022). *J. Physics.: Conference*. Ser. 2165 012013.

- Sunyono. (2015) Model Pembelajaran *Multi-Representasi*. Media Akademi: Yogyakarta.
- Rosengrant, David, Hevvelen, Alan Van and Etkina.E. S.1: Physics Education Research, (2006). *Free Body Diagrams: Necessary or Suifcient? Physics Education Research Conference*, pp.149-152.
- Van Der Meij, J. (2007). *Supporting Student's Learning with Multiple Representasi in A Simulation-Based Learning Environment*. 199-212: Pergamon
- Waldrip, B, Prain, V. (2006). "An Exploration Study of Teachers" and Student's Use of Multi-modal Representation of Consepts in Primary Science". *International Journal of Science Education*. 28. (15), 1843-189.
- Widiyanto. (2013). Statistika Terapan. Konsep dan Aplikasi dalam Penelitian Bidang. Pendidikan, Psikologi dan Ilmu Sosial lainnya. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.