

DAMPAK PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES GERAK SATU DIMENSI UNTUK MAHASISWA SARJANA TINGKAT LANJUT TERHADAP TINGKAT KEMAMPUAN KONSEPTUAL FISIKA

Wawan Bunawan¹, Satria Mihardi², Sabani³.

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Medan, Indonesia

*E-mail : wawanbunawan@unimed.ac.id

Abstract

Sebagai bagian dari penelusuran kemampuan penguasaan materi fisika sekolah, telah dikembangkan suatu instrumen tes untuk mengukur kemampuan konseptual materi gerak satu dimensi. Bentuk instrumen tes pilihan ganda biasa dengan lima pilihan jawaban. Peserta tes diwajibkan untuk menentukan pilihan jawaban disertakan dengan rubrik solusi setiap butir soal. Desain setiap butir soal memiliki paling sedikit dua pilihan jawaban yang benar, peserta tes diminta menentukan jawaban yang paling benar dan relevan dengan pernyataan soal. Desain soal seperti ini memiliki kemampuan efektivitas untuk mengukur penguasaan konsep dalam banyak representasi, serta memperoleh sinyal kemampuan berfikir secara luas dalam cakupan materi gerak satu dimensi. Desain paket tes memiliki validitas dan reliabilitas test standar.

Keywords: Instrumen; Konseptual; Tes; Fisika

© Jurnal Penelitian Bidang Pendidikan. All rights reserved

A. INTRODUCTION

Instrumen tes yang valid memainkan peran strategis dalam riset pendidikan fisika. Informasi yang diperoleh dari tes dapat digunakan sebagai dokumentasi dan penyelidikan kemampuan penguasaan konsep mahasiswa, membentuk dan mengukur kompetensi lulusan dan mengembangkan arah kurikulum selanjutnya [1]–[3]. Telah banyak riset pengembangan instrumen tes yang bertujuan mengukur kemampuan pemahaman konsep [4]–[6] yang terfokus pada satu representasi saja untuk satu butir soal, akan tetapi untuk tingkat penguasaan konsep yang kompleks dalam satu butir soal belum ada yang mengembangkannya.

Kompetensi calon guru fisika tidak hanya menguasai secara parsial setiap materi pembelajaran fisika sekolah, akan tetapi koneksi antar konsep dalam satu kajian materi. Gerak satu dimensi di mekanika memiliki beberapa sub materi yang terhubung satu dengan lainnya dengan beberapa representasi konsep. Pemahaman berbagai

representasi konsep sangat diperlukan dalam proses pembelajaran dan penilaian hasil belajar. Terminologi multi representasi memiliki makna bahwa suatu konsep fisika memiliki berbagai bentuk ekspresi seperti ungkapan verbal, grafik, dalam persamaan matematis, gambar, diagram benda bebas, dan bentuk data numerik [7]–[9].

Sebagai suatu bagian dari kebijakan jurusan untuk dapat mengukur hasil belajar dan proses pembelajaran sangat diperlukan berbagai bentuk instrumen penilaian yang dapat memberikan informasi yang cukup memadai. Informasi yang dimaksudkan adalah kompetensi penguasaan konten fisika sekolah meliputi tipe pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural. Pengetahuan konsep sebagai salah satu kunci penting dalam mengembangkan arah kebijakan berikutnya haruslah menjadi prioritas utama dalam pengembangan kompetensi lulusan. Keberadaan instrumen assessment untuk mengukur hubungan antara berbagai representasi sangat diperlukan untuk pemetaan spesifik kompetensi lulusan. Studi ini membahas validitas, reliabilitas, daya pembeda butir soal, dan gambaran peranan tingkat kesulitan butir berdasarkan karakteristik konstruksi soal yang dikembangkan.

Pendidikan Fisika mengembangkan model pembelajaran dengan menerapkan 6 tugas utama yaitu tugas rutin, critical book, review journal. Rekayasa ide, mini riset dan proyek melalui metode penerapan kasus dan proyek base. Hakikat dari 6 tugas akan berjalan dengan baik jika setiap mahasiswa memiliki pemahaman konsep yang menyeluruh untuk setiap materi perkuliahan. Implementasi konsep dapat ditingkatkan dalam berbagai tugas lanjut yang relevan dengan kedalaman dan implementasi yang memuaskan hubungan berbagai konsep dalam multi representasi. Tujuan pembelajaran menitik beratkan pada kemampuan berfikir kritis, kreatif dan inovatif dengan basis keilmuan terapan di setiap mata kuliah. Hal ini dapat dipenuhi jika pemahaman konsep mendalam melibatkan multi representasi secara luas.

Gerak satu dimensi pada materi mekanika memiliki paling sedikit 5 representasi konsep yang relevan dalam pemahaman konsep mekanika klasik. Setiap representasi konsep berdiri sendiri dan saling berhubungan dalam satu kasus problem solving atau problem base learning. Kemampuan berpikir kritis sangat diperlukan untuk dapat menyelesaikan suatu persoalan mekanika gerak satu dimensi. Representasi gerak satu dimensi.

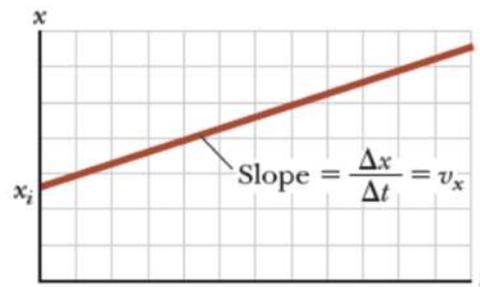
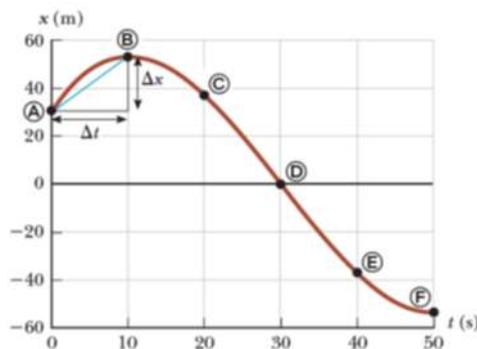
Representasi numerik

Position	t (s)	x (m)
(A)	0	30
(B)	10	52
(C)	20	38
(D)	30	0
(E)	40	-37
(F)	50	-53

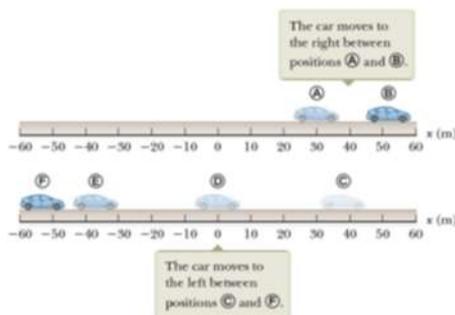
$$\Delta x \equiv x_f - x_i \quad v_{x,avg} \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v_{avg} \equiv \frac{d}{\Delta t} \quad v_x \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

Representasi grafik



Representasi Pictorial

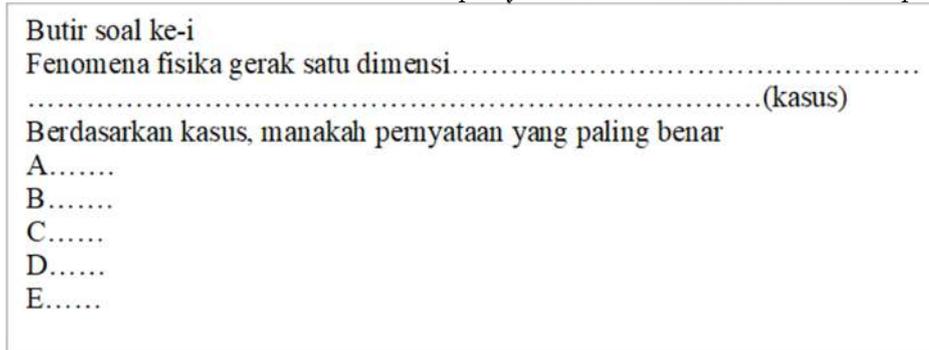


Representasi verbal

The **average speed** v_{avg} of a particle, a scalar quantity, is defined as the total distance d traveled divided by the total time interval

Gambar 1. Tampilan representasi konsep gerak 1 dimensi

Desain soal untuk mengukur kompetensi penguasaan konsep gerak satu dimensi dapat dilihat pada Gambar 2. Setiap soal didesain atas satu fenomena fisis, berdasarkan fenomena diminta menentukan representasi yang benar, satu soal dapat melibatkan multi representasi dengan pilihan jawaban 5 pilihan yang disediakan.

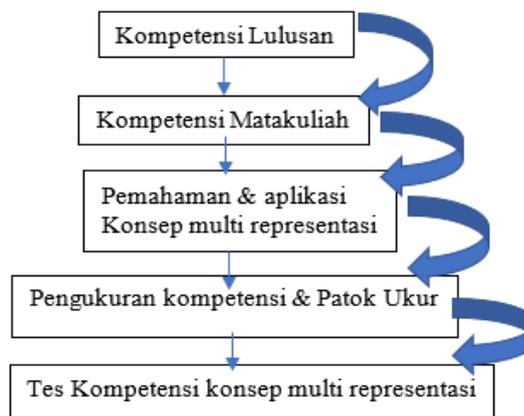


Gambar 2. Desain butir soal multi representasi gerak satu dimensi

Skor penilaian diberikan berdasarkan penilaian objektif, satu soal diberikan skor 1 jika pilihan jawaban yang diberikan sesuai dengan pertanyaan kasus dengan skor 0 jika pilihan jawaban tidak sesuai dengan pertanyaan kasus. Kunci pilihan jawaban dapat melibatkan beberapa representasi yang relevan dengan kasus.

B. METHODS

Sampel penelitian dikatakan sebagai partisipan penelitian diambil secara acak pada tingkat kelas. Program studi pendidikan fisika setiap angkatan memiliki 4 kelas. Partisipan diambil secara acak dari salah satu kelas selama proses pengembangan butir soal dan tes.



Gambar 3. Kerangka penelitian

Penelitian pengembangan tes kompetensi konsep muti representasi khususnya materi gerak satu dimensi pada domain konten mekanika klasik didasarkan atas kompetensi lulusan yang telah ditetapkan oleh program studi. Kompetensi lulusan mampu menerapkan berbagai pemikiran kritis, kreatif dan inovatif atas dasar konsep-konsep materi keilmuan bidang fisika. Kemampuan itu diimplementasikan ke berbagai mata kuliah berdasarkan konten kajian materi yang relevan. Kemampuan fisika sekolah

khususnya bidang dinamika gerak satu dimensi menjadi dasar keahlian yang harus dimiliki oleh lulusan bidang pendidikan fisika.

Kompetensi ini dapat dinyatakan secara kuantitatif melalui penggunaan instrumen tes untuk memperoleh gambaran spesifik pencapaian kompetensi. Kompetensi spesifik yang dimaksudkan adalah kompetensi penguasaan pengetahuan multi representasi gerak satu dimensi. Keberadaan tes perlu dibangkitkan secara empiris yang akan memberikan batas ukur pencapaian kompetensi setiap lulusan. Informasi dapat dibandingkan berdasarkan tahun dan mutu rata-rata dari interpretasi data tes yang masuk.

Gambar 3. memberikan alur pengembangan tes menyeluruh dengan hierarki atas ke bawah secara komprehensif, sedangkan untuk kompetensi parsial dapat mengambil sebagian dari kompetensi dengan alur anak panah melengkung.

C. RESULTS AND DISSCUSSION

Instrumen tes gerak satu dimensi untuk mahasiswa tingkat lanjut sebagai suatu hasil penelitian telah memenuhi beberapa kriteria sebagai tes standar antara lain:

A. Validitas Konstruksi

Tes gerak satu dimensi materi mekanika klasik dirancang memiliki 5 representasi konsep. Setiap butir soal dapat memiliki dua atau lebih persoalan yang menghubungkan antara representasi. Tes memiliki butir soal berjumlah 10 nomor. Validasi sebagai dasar perancangan pengembangan soal untuk mengukur koneksi antar representasi diperlukan desain konstruksi seperti pada Tabel 1. Koneksi antar representasi dinyatakan dengan koefisien korelasi (r). Nilai indeks korelasi lebih besar dari 0,5 ini menunjukkan bahwa semua komponen soal saling mendukung dalam menyusun tes secara keseluruhan.

Tabel 1. Validitas konstruksi tes

Construct Test & Correlation	Verbal	Formal	Pictorial	Grafik	Numerik
Verbal		$r = 0,87$	$r = 0,76$	$r = 0,82$	$r = 0,88$
Formal			$r = 0,78$	$r = 0,85$	$r = 0,89$
Pictorial				$r = 0,67$	$r = 0,68$
Graphic					$r = 0,82$
Numeric					

Expert validity

Pertimbangan kelayakan butir soal diberikan oleh dua ahli materi dan bidang pengukuran memberikan penilaian dengan skala nominal setuju atau tidak setuju.

Pengolahan data menggunakan statistik Cohen Kappa dengan hasil seperti pada Tabel 2. simetri pengukuran. Berdasarkan Tabel 2 kedua validator terdapat kesepakatan dengan nilai Kappa 0,62 dan signifikansi $0,03 < 0,05$ dapat disimpulkan bahwa 10 butir soal tes gerak satu dimensi layak digunakan. Penilai ke-1 memberikan nilai setuju terhadap 9 butir dan menolak 1 butir soal, sedangkan penilai ke-2 menyatakan setuju 8 butir dan menolak 2 butir soal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Pengukuran simetri

Measure of Agreement	Kappa	Value	Asymptotic Standard	
			Error ^a	Approximate T ^b
		.615	.337	2.108
				Approximate Significance
				.035
N of Valid Cases		10		

- Not assuming the null hypothesis.
- Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Tabel 3. Cross Tabulasi

		penilai2		Total	
		.00	1.00		
penilai1	.00	Count	1	0	1
	Expected Count	.2	.8	1.0	
	1.00	Count	1	8	9
	Expected Count	1.8	7.2	9.0	
Total	Count	2	8	10	
	Expected Count	2.0	8.0	10.0	

Validitas Pengguna

Validitas pengguna dikembangkan untuk memberikan jaminan bahwa butir soal dapat dipahami oleh seluruh peserta tes, untuk mencapai tujuan tersebut sebelum butir soal digunakan terlebih dahulu dikonfirmasi kepada sejumlah mahasiswa untuk memberikan tanggapan. Butir soal tes gerak satu dimensi didesain lebih lanjut dengan melakukan wawancara mendalam dengan siswa saat mereka memecahkan butir soal. Wawancara memiliki dua tujuan: (i) untuk memastikan bahwa kata-kata dari pertanyaan itu jelas dipahami siswa maksud soal dan (ii) mengumpulkan alasan siswa dan jawaban yang salah untuk membantu membuat rubrik penilaian atau scoring yang belum sepenuhnya dirancang.

Validitas internal

Validitas butir soal internal dimaksudkan untuk memberikan bukti empiris keterkaitan setiap butir soal dalam membangun suatu tes. Validitas internal dapat ditemukan berdasarkan kontribusi setiap butir soal terhadap keseluruhan skor yang diperoleh dalam tes gerak satu dimensi. Validitas internal dapat dinyatakan dengan indeks korelasi butir terhadap skor total tes. Formula Karl Pearson menggambarkan koefisien korelasi linier dikenal sebagai produk momen korelasi dapat digunakan untuk menunjukkan validitas internal setiap butir soal.

$$r = \frac{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{s_x s_y}$$

Jumlah butir soal seluruhnya (n); x_i skor butir soal ke- i ; y_i skor total peserta ke- i

B. Reliabilitas Tes, Tingkat Kesulitan dan Daya Pembeda Butir Soal

Instrumen tes gerak satu dimensi memiliki indeks reliabilitas internal 0,87. Indeks ini menggambarkan keandalan informasi peserta tes jika dilakukan pengulangan tes memberikan informasi yang identik sebesar 87%. Proses penghitungan internal konsistensi ditentukan dengan menggunakan formula Cronbach alpha (α).

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \sum_{i=1}^k \frac{\sigma_k^2}{\sigma_t^2} \right)$$

k jumlah butir soal, σ_t^2 adalah varian total tes, σ_k^2 adalah varian butir soal ke k . Rentang nilai α antara 0 sd 1. Test melibatkan butir soal dengan bentuk pilihan ganda atau bersifat dikotomis, setiap jawaban yang benar diberikan skor 1 dan jawaban yang salah diberikan skor 0, sehingga formula internal konsistensi diganti dengan formula Kuder–Richardson reliability index.

$$\alpha_{KR} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_i^k p_i(1-p_i)}{\sigma_t^2} \right)$$

$$p_i = \text{indeks kesulitan butir} = \frac{N_i}{N_t}$$

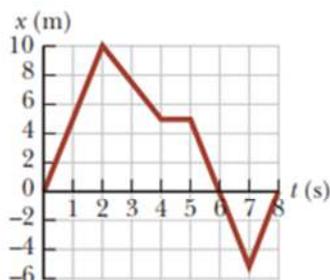
p_i dihitung untuk setiap butir, N_i jumlah peserta tes yang menjawab benar butir ke- i dan N_t adalah jumlah seluruh peserta tes. Rentang indeks kesulitan butir dari data empiris antara 0,23 sampai dengan 0,78. Koefisien konsistensi internal tes 0,87 dengan demikian tergolong sangat reliabel [10]–[12]. Informasi tes yang dapat diberikan untuk menggambarkan data peserta tes dapat dicapai maksimal 87% seandainya tes yang sama digunakan untuk memberikan gambaran kompetensi peserta ujian dalam mengerjakan tes mekanika gerak satu dimensi.

Indeks daya pembeda butir soal ke- i ditentukan berdasarkan perbedaan 50 % peserta tes kelompok skor tinggi dan 50% kelompok skor rendah yang menjawab benar butir soal tersebut. Rentang indeks daya beda hasil penelitian antara 0,23 – 0,83 memenuhi syarat [9], [11], [12]. Batas rentang seperti itu menunjukkan bahwa semua butir soal tes dapat membedakan dengan baik kemampuan menjawab benar soal dari kelompok skor tinggi dan kelompok skor rendah untuk setiap butir soal.

$$D_i = \frac{N_{hi} - N_{li}}{N_t/2}$$

Salah satu soal yang digunakan untuk melakukan pengukuran kompetensi penguasaan grafik untuk gerak satu dimensi dapat dilihat pada Gambar 4. Pertanyaan soal meminta agar peserta tes menemukan pernyataan yang paling benar memberikan peluang untuk memikirkan semua pilihan jawaban, dengan demikian sebenarnya soal mengukur banyak kompetensi konsep yang relevan. Soal no 2 ini kunci jawabannya E, peserta tes harus mampu menghitung kecepatan rata-rata untuk interval tertentu dengan pertimbangan perubahan posisi secara vektor, menghitung kelajuan rata-rata sepanjang lintasan. Kompleksitas antara menghitung kecepatan rata-rata dan laju rata-rata menyebabkan soal ini memiliki kerumitan yang sangat kompleks. Grafik posisi terhadap waktu memerlukan analisis translasi antara grafik, persamaan relevan dan konsep gerak satu dimensi [13]–[17].

2. Amati gambar posisi kendaraan fungsi waktu, tentukan mana pernyataan berikut yang paling benar



- A. Kecepatan rata-rata pada interval 0-4 detik adalah 1,25 m/s
 B. Kecepatan rata-rata selama 8 detik 0 m/s
 C. Kecepatan rata-rata selama interval 4-7 detik adalah -3,3 m/s
 D. Pernyataan A, B, dan C benar
 E. Laju rata-rata perjalanan 3,75 m/s dan pernyataan D benar

Gambar 4. Sampel Soal

D. CONCLUSION

Instrumen asesmen gerak satu dimensi dikembangkan dengan bentuk butir soal pilihan ganda 5 pilihan jawaban, kompleksitas pertanyaan dinyatakan dalam bentuk

pernyataan yang paling benar dari pilihan jawaban yang disediakan. Pertanyaan atau pernyataan ini memaksa peserta tes memikirkan seluruh kemungkinan jawaban yang paling relevan dan benar secara konseptual dari keilmuan fisika. Tes pilihan ganda gerak satu dimensi memenuhi validitas konten, validitas konstruksi dan validitas pengguna. Indeks reliabilitas internal cukup tinggi 0.87 dan kualitas tingkat kesulitan dan daya beda butir memenuhi kualitas ditinjau dari syarat pengembangan tes.

REFERENCES

- [1] P. Purwadhi, "Pengembangan Kurikulum dalam Pembelajaran Abad XXI," *Mimb. Pendidik.*, 2019, doi: 10.17509/mimbardik.v4i2.22201.
- [2] S. Bahri, "Pengembangan Kurikulum Berbasis Multikulturalisme di Indonesia (Landasan Filosofis dan Psikologis Pengembangan Kurikulum Berbasis Multikulturalisme)," *J. Ilm. Didakt.*, 2018.
- [3] H. Kamarga, "Peran Sekolah dalam Pengembangan Kurikulum," *Inov. Kurikulum*, 2021, doi: 10.17509/jik.v1i1.35609.
- [4] F. Arifin and T. Herman, "Pengaruh Pembelajaran E-Learning Model Web Centric Course Terhadap Pemahaman Konsep Dan Kemandirian Belajar Matematika Siswa," *J. Pendidik. Mat.*, 2018.
- [5] L. Agustina, Rochmad, and Isnarto, "Kemampuan pemahaman konsep matematis pada mata kuliah pengantar dasar matematika," *Prism. Proseding Semin. Nas. Mat.*, 2021.
- [6] A. U. Yana, L. Antasari, and B. R. Kurniawan, "Analisis Pemahaman Konsep Gelombang Mekanik Melalui Aplikasi Online Quizizz," *J. Pendidik. Sains Indones.*, 2020, doi: 10.24815/jpsi.v7i2.14284.
- [7] D. Marta Putra and N. Nurlizawati, "Lesson Study dalam Meningkatkan Keterampilan 4C (Critical Thingking, Collaborative, Communicative dan Creative) pada Pembelajaran Sosiologi yang Terintegrasi ABS-SBK di SMAN 1 Pasaman," *J. Sikola J. Kaji. Pendidik. dan Pembelajaran*, 2019, doi: 10.24036/sikola.v1i2.19.
- [8] S. Sucipto, "Pengembangan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi dengan Menggunakan Strategi Metakognitif Model Pembelajaran Problem Based Learning," *J. Pendidik. (Teori dan Prakt.)*, 2017, doi: 10.26740/jp.v2n1.p77-85.
- [9] B. Cahyono, "Analisis Keterampilan Berfikir Kritis Dalam Memecahkan Masalah Ditinjau Perbedaan Gender," *AKSIOMA*, 2017, doi: 10.26877/aks.v8i1.1510.

- [10] I. M. Ramdan, K. Duma, and D. L. Setyowati, "Reliability and Validity Test of the Indonesian Version of the Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) to Measure Musculoskeletal Disorders (MSD) in Traditional Women Weavers," *Glob. Med. Heal. Commun.*, 2019, doi: 10.29313/gmhc.v7i2.4132.
- [11] S. R. Hidayat *et al.*, "Pengembangan Instrumen Tes Keterampilan Pemecahan Masalah pada Materi Getaran, Gelombang, dan Bunyi," *J. Penelit. Pengemb. Pendidik. Fis.*, 2017, doi: 10.21009/1.03206.
- [12] D. Panentu and M. Irfan, "Uji Validitas Dan Reliabilitas Butir Pemeriksaan Dengan Moteral Cognitive Assessment Versi Indonesia (MoCA- INA) Pada Insan Pasca Stroke Fase Recovery," *J. Fisioter.*, 2013.
- [13] F. Nisa', L. Yuliati, and N. Mufti, "Miskonsepsi Konsep Gerak Satu dan Dua Dimensi Siswa SMA," *J. Pendidik. Teor. Penelitian, dan Pengemb.*, 2019, doi: 10.17977/jptpp.v4i10.12874.
- [14] A. Pujianto, "Analisis Konsepsi Siswa Pada Konsep Kinematika Gerak Lurus," *JPFT (Jurnal Pendidik. Fis. Tadulako Online)*, 2013, doi: 10.22487/j25805924.2013.v1.i1.2370.
- [15] M. Ma'rifa, H. Kamaluddin, and H. Fihrin, "Analisis Pemahaman Konsep Gerak Lurus pada Siswa SMA Negeri di Kota Palu," *JPFT (Jurnal Pendidik. Fis. Tadulako Online)*, 2016, doi: 10.22487/j25805924.2016.v4.i3.6060.
- [16] N. Nana, "Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing untuk Mereduksi Miskonsepsi pada konsep Gerak Lurus Siswa SMA Kelas X," *DIFFRACTION*, 2020, doi: 10.37058/diffraction.v2i1.1799.
- [17] H. Hasbullah, A. Halim, and Y. Yusrizal, "Penerapan Pendekatan Multi Representasi Terhadap Pemahaman Konsep Gerak Lurus," *J. IPA Pembelajaran IPA*, 2019, doi: 10.24815/jipi.v2i2.11621.