

APLIKASI METODE PYTHAGORAS DALAM PENYELESAIAN SOAL-SOAL RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA KELAS XII SMA NEGERI AMBULU

¹Riska Uswatun Khasanah, ¹Bambang Supriadi, ¹Sri Handono Budi Prastowo

¹Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember

Email: riskauswatunkhasanah@gmail.com

Abstract

Using the fast method is one of the categories of fast counting ability (Hardiono, 2016). One fast method is the Pythagoras method which can be used to solve special relativity questions (Korkmaz, 2016). This research an experimental research to study the student cognitive learning outcomes in solving Einstein's special relativity problems using the Pythagoras method. This research was conducted in Ambulu State High School with a population of students in class XII MIPA in semester II of the 2018/2019 academic year with samples of class XII MIPA 3 as the experimental class and class XII MIPA 1 as the control class. Each class consists of 36 students. Data obtained from documentation and learning outcomes tests in the form of written tests with 20 questions taken from national exam questions and college entrance exams. The results of the study using the Mann-Whitney test showed that the average value of the experimental class learning outcomes was higher than the control class. So this result reveals that the application of the Pythagoras method in solving Einstein special relativity questions has a significant effect on the student cognitive learning outcomes of class XII students of Ambulu High School.

Key word: *Einstein's special relativity, Pythagoras method, the student cognitive learning outcomes*

PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang fenomena, kejadian dan gejala alam (Bakhtiar, 2017). Tujuan dalam belajar fisika yaitu untuk mengembangkan pengetahuan dan kemampuan dalam menganalisis lingkungan alam yang membutuhkan pemahaman konsep terkait ilmu yang dipelajari dalam fisika. Ihsanudin (dalam Iftitah, 2017) menyatakan bahwa bagian dasar untuk mempelajari fisika adalah kemampuan menguasai konsep. Menguasai konsep sangat penting dalam pembelajaran. Tanpa memahami konsep, siswa akan mengalami kesulitan dalam memecahkan soal-soal fisika (Sirait, 2010).

Rendahnya hasil belajar pada mata pelajaran fisika menjadi salah satu permasalahan di dalam dunia pendidikan saat ini (Pohan dan Simonara, 2014). Hal ini dikarenakan pada umumnya guru hanya

memberikan rumus yang telah ada di buku tanpa menjelaskan asal-usul rumus tersebut terbentuk. Akibatnya siswa hanya menghafal rumus tanpa memahaminya, sehingga hasil belajar dan hasil ujian nasional siswa rendah.

Permasalahan yang dihadapi guru saat ini adalah penguasaan konsep siswa pada materi relativitas khusus Einstein masih tergolong rendah. Hal ini didukung dengan hasil wawancara terbatas kepada salah satu guru fisika kelas XII MIPA SMA Negeri Ambulu. Hasil wawancara menyimpulkan bahwa kesulitan siswa dalam memahami materi relativitas khusus Einstein dikarenakan materi ini bersifat abstrak. Siswa hanya menghafal rumus tanpa memahaminya, sehingga siswa mudah sekali terkecoh dengan soal-soal yang lebih rumit dan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menyelesaikannya.

Materi relativitas khusus Einstein merupakan salah satu materi dari mata pelajaran fisika yang diujikan pada ujian nasional.

Teori relativitas khusus ditemukan karena adanya kerangka acuan yang berbeda. Kerangka acuan yang berbeda ini tidak memiliki nilai yang universal, sehingga gerak bersifat relatif (Murtono, 2005). Menurut Anugraha (2014), teori relativitas khusus Einstein mempelajari tentang konsep ruang dan waktu dengan menggunakan kecepatan cahaya sebagai konstanta. Teori relativitas Adapun materi yang termasuk dalam relativitas khusus Einstein yaitu:

1. Kontraksi panjang

$$L = L_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)} \quad \dots(1)$$

dengan:

L = panjang benda diukur oleh pengamat

L_0 = panjang benda dalam keadaan diam

v = kelajuan gerak relatif

c = kecepatan cahaya

2. Pemuaiian waktu

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}} \quad \dots(2)$$

dengan:

t = selang waktu dalam keadaan gerak relatif terhadap pengamat

t_0 = selang waktu dalam keadaan diam terhadap pengamat

v = kelajuan gerak relatif

c = kecepatan cahaya

3. Konsep masa

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}} \quad \dots(3)$$

dengan:

m = massa benda dalam keadaan gerak relatif terhadap pengamat

m_0 = massa benda dalam keadaan diam terhadap pengamat

v = kelajuan gerak relatif

c = kecepatan cahaya.

4. Energi relativistik

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}} \quad \dots(4)$$

dengan:

E = energi total benda bergerak

m_0 = massa benda dalam keadaan diam terhadap pengamat

v = kelajuan gerak relatif

c = kecepatan cahaya

(Wiyatmo, 2010:7-31).

Ujian nasional dan ujian masuk perguruan tinggi cenderung dibatasi oleh waktu untuk menyelesaikannya. Pada umumnya siswa membutuhkan waktu yang panjang untuk menyelesaikan soal ujian nasional dan ujian masuk perguruan tinggi terutama pada mata pelajaran fisika. Oleh sebab itu, dalam menyelesaikan soal ujian nasional yang dibatasi waktu, siswa membutuhkan metode cepat. Dalam kegunaannya metode cepat ini merupakan salah satu kemampuan untuk berhitung cepat (Hardiono, 2016).

Hasil penelitian Korkmaz (2016) menyatakan bahwa soal-soal relativitas khusus Einstein dapat diselesaikan dengan menggunakan metode cepat yaitu metode Pythagoras. Pada penelitiannya metode Pythagoras dapat digunakan pada kontraksi panjang, pemuaiian waktu, dan konsep massa, namun belum digunakan untuk menyelesaikan tentang energi relativistik. Hal ini didukung juga oleh hasil penelitian Okun (2008) yang menyatakan bahwa metode Pythagoras dapat digunakan untuk mempermudah dan mempersingkat waktu siswa dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein, namun pada penelitiannya tidak meneliti kegunaan metode Pythagoras dalam hasil belajar siswa di sekolah, penelitiannya hanya menunjukkan asal usul rumus metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein.

Persamaan relativitas khusus Einstein 1,2,3, dan 4 dapat dituliskan dalam bentuk sebagai berikut.

1. Kontraksi panjang

$$\left(\frac{L}{L_0}\right)^2 + \left(\frac{v}{c}\right)^2 = 1 \quad \dots(5)$$

2. Pemuaiian waktu

$$\left(\frac{t_0}{t}\right)^2 + \left(\frac{v}{c}\right)^2 = 1 \quad \dots(6)$$

3. Konsep massa

$$\left(\frac{m_0}{m}\right)^2 + \left(\frac{v}{c}\right)^2 = 1 \quad \dots(7)$$

4. Energi relativistik

$$\left(\frac{E_0}{E}\right)^2 + \left(\frac{v}{c}\right)^2 = 1 \quad \dots(8)$$

Hal ini menunjukkan bahwa persamaan 5,6,7, dan 8 sama dengan formula dari metode Pythagoras, sehingga untuk menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein dapat menggunakan metode Pythagoras sebagai cara cepat.

Berdasarkan uraian tentang metode Pythagoras sebagai metode cepat, maka penelitian ini mengkaji hasil belajar siswa dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein dengan menggunakan metode Pythagoras.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang dilakukan dengan cara memberikan perlakuan yang berbeda. Perlakuan yang berbeda ini untuk mencari pengaruh penyelesaian soal-soal relativitas khusus Einstein dengan menggunakan metode Pythagoras terhadap hasil belajar siswa kelas XII MIPA. Penelitian ini menggunakan desain penelitian *post-test only control design* terdapat dua kelas dengan perlakuan yang berbeda (Sugiyono, 2014), perlakuan yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu aplikasi metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein.

Tempat penelitian ditentukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*

area dengan mempertimbangkan ketersediaan sekolah dan keterbatasan waktu (Arikunto, 2014). Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri Ambulu pada kelas XII MIPA semester genap tahun ajaran 2018/2019. Sampel ditentukan dengan menggunakan metode *cluster random sampling*, dan didapatkan kelas XII MIPA 3 sebagai kelas eksperimen dan kelas XII MIPA 1 sebagai kelas kontrol.

Prosedur penelitian dalam penelitian ini yaitu siswa pada kelas eksperimen diajarkan rumus yang tertera pada buku dan rumus metode Pythagoras. Siswa diberikan latihan soal dengan menjawab soal menggunakan rumus metode Pythagoras. Pada kelas kontrol siswa hanya belajar rumus yang tertera pada buku. Kemudian siswa diberikan *post test*.

Teknik pengumpulan data yang digunakan ada dua, yaitu yang pertama dokumentasi yang digunakan untuk mengetahui jumlah siswa, nama siswa, nilai hasil ulangan pada pokok bahasan yang sebelumnya, nilai hasil *post test*, dan foto kegiatan. Kemudian yang kedua tes hasil belajar dengan masing-masing kelas diberikan 20 soal uraian yang diambil dari soal ujian nasional dan soal ujian masuk perguruan tinggi dalam waktu 60 menit yang berfungsi untuk mengetahui nilai rata-rata hasil belajar siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan uji *Mann-whitney test* dengan bantuan software SPSS 23. Teknik ini digunakan untuk menganalisis pengaruh metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein terhadap hasil belajar siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh adalah nilai *post test* hasil belajar siswa kelas eksperimen (XII MIPA 3) dan kelas kontrol (XII MIPA 1), dengan skor nilai maksimum 100 dan skor nilai minimum 0. Pada kelas eksperimen dengan menggunakan metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal

relativitas khusus Einstein memiliki nilai rata-rata hasil belajar sebesar 93,94, dan kelas kontrol dengan menggunakan metode yang terdapat pada buku memiliki nilai rata-rata sebesar 75,31. Data beda nilai hasil belajar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Beda Nilai Hasil Belajar

	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Jumlah Siswa	36	36
Nilai Tertinggi	100	98
Nilai Terendah	70	43
Jumlah Nilai	3382	2711
Rata-rata	93,94	75,31

Nilai hasil belajar siswa diuji normalitas terlebih dahulu sebelum dianalisis untuk mengetahui data normal atau tidak dengan menggunakan *kolmogorov-sumirnov*. Berdasarkan uji *one sample kolmogorov-sumirnov test*, dapat diketahui bahwa nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* pada kelas kontrol sebesar 0,200 dan kelas eksperimen sebesar 0,000. Sesuai dengan kriteria pengambilan keputusan pada uji *one sample kolmogorov-sumirnov test* dapat disimpulkan bahwa data hasil belajar siswa kelas kontrol terdistribusi normal ($0,200 > 0,05$) dan kelas eksperimen tidak terdistribusi normal ($0,000 < 0,05$). Hasil uji normalitas selengkapanya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Data Hasil Belajar

		Kontrol	Eksperimen
N		36	36
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	75,31	93,94
	Std. Deviation	15,314	5,606
Most Extreme Differences	Absolute	0,109	0,254
	Positive	0,85	0,179
	Negative	-0,109	-0,254
Test Statistic		0,109	0,254
Asymp. Sig. (2-tailed)		0,200 ^{c,d}	0,000 ^c

Selanjutnya data dianalisis dengan menggunakan uji *Mann-whitney test*. Berdasarkan hasil analisis uji *Mann-whitney test*, dapat diketahui bahwa nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,000. Sesuai dengan kriteria pengambilan keputusan uji *Mann-whitney test* dapat

disimpulkan bahwa H_a diterima dan H_0 ditolak. Dengan demikian hipotesis penelitian dapat terbukti bahwa metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Hasil analisis data hasil belajar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Data Hasil Belajar

Hasil Belajar	Ranks			
	Kelas	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Hasil Belajar	Kelas Eksperimen	36	51,18	1842,50
	Kelas Kontrol	36	21,82	785,50
Total		72		

Test Statistics ^a	
Hasil Belajar	
Mann-Whitney U	119,500
Wilcoxon W	785,500
Z	-5,984
Asymp.Sig.(2-tailed)	0,000

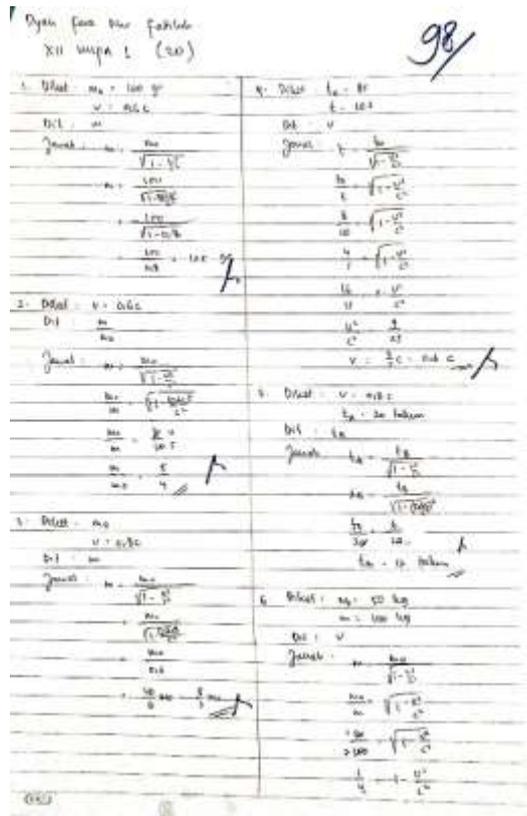
a. Grouping Variable: Kelas

Faktor-faktor yang mempengaruhi adanya perbedaan nilai rata-rata hasil belajar yaitu adanya perlakuan yang berbeda antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen menggunakan metode Pythagoras untuk menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein, kelas kontrol menggunakan cara seperti di buku. Kemudian faktor selanjutnya yaitu waktu

pengerjaan soal. Pada kelas eksperimen hampir semua siswa bisa menyelesaikan soal *post test*, sedangkan kelas kontrol masih banyak jawaban yang kosong. Hal ini dikarenakan siswa masih membutuhkan waktu yang lebih lama dalam menyelesaikan soal dengan menggunakan rumus yang tertera di buku.



Gambar 1. Nilai Tertinggi Hasil Belajar Kelas Eksperimen



Gambar 2. Nilai Tertinggi Hasil Belajar Kelas Kontrol



Gambar 3. Nilai Terendah Hasil Belajar Kelas Eksperimen



Gambar 4. Nilai Terendah Hasil Belajar Kelas Kontrol

Pada kelas eksperimen metode Pythagoras ini berpengaruh signifikan terhadap penyelesaian soal-soal kontraksi panjang, konsep massa, pemuaian waktu, dan energi relativistik, namun terdapat beberapa siswa yang kesulitan dalam menyelesaikan soal untuk mencari kecepatan. Siswa masih salah pada proses penyelesaian soal mencari nilai dari kecepatannya. Langkah penyelesaiannya seharusnya sampai pada tahap perbandingan, namun siswa hanya berhenti pada menguadratkan.

Setiyono (2005) menyatakan bahwa metode cepat merupakan bagian dari *mathmagic* yang digunakan untuk menyelesaikan soal-soal dengan waktu yang seminim mungkin dengan cara yang baru dan lebih sederhana. Metode Pythagoras salah satu dari metode cepat sebagai pendekatan konkret yang dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada materi relativitas khusus Einstein.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi metode Pythagoras dalam menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan sebagai berikut: (1) bagi guru, perlu adanya pemahaman dalam mengaplikasikan metode Pythagoras sebelum diterapkan pada kegiatan belajar mengajar untuk menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein pada kegiatan belajar mengajar; (2) bagi siswa, metode Pythagoras dapat digunakan untuk menyelesaikan soal-soal relativitas khusus Einstein baik pada saat pembelajaran maupun pada saat ujian nasional; dan (3) bagi peneliti lain, dapat dijadikan sebagai bahan rujukan untuk penelitian berikutnya dengan materi yang

berbeda dan dapat diselesaikan dengan metode Pythagoras.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugraha NQZ, Rinto. 2014. *Teori Relativitas Khusus dan Aplikasinya pada Elektrodinamika, Lubang Hitam, dan Jagat Raya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Arikunto, S. 2014. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Bakhtiar, D. 2017. Pembelajaran Teori Kinetik Gas Berbasis Kearifan Lokal Melalui Model Pembelajaran Aktivitas Lapangan dan Laboratorium (MPALL). *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2017*. 2: 24 September 2017. Universitas Jember: 1-5.
- Hardiono, M. S. 2016. Metode Sutrisno (Mastris) Suatu Inovasi dalam Penjumlahan Angka Banyak. *Jurnal EduMa*. 5(2): 52-59.
- Iftitah, A. N. 2017. Analisis Penguasaan Konsep Rangkaian Arus Listrik Bolak-Balik pada Siswa Kelas XII SMA. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2017*. 2: 24 September 2017. Universitas Jember: 1-6.
- Korkmaz, S. D., E. C. Aybek., and M. Orucu 2016. Special Relativity Theorem and Pythagoras's Magic. *Physics Education*. 51: 1-8.
- Murtono. 2005. Mengenal Konsep Relativitas. *Kaunia*.1(2): 137-149.
- Okun, L. B. 2008. The Theory of Relativity and the Pythagorean Theorem. *Physics Uspekhi*. 51: 1-19.
- Pohan dan Simamora. 2014. Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw Berbasis Macromedia Flash Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Pokok Hukum-Hukum Newton. *Jurnal Inpafi*. 2(3): 45-53.
- Setiyono, A. 2005. *Mathmagic Cara Jenius Belajar Matematika*. Jakarta: Kompas Gramedia.
- Sirait, J. 2010. Pendekatan Pembelajaran Konflik Kognitif untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA pada Topik Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*. 1(2): 26-34.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Wiyatmo, Y. 2010. *Fisika Modern*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.