

Analisis Kesulitan Siswa SMA pada Materi Hukum Newton Adaptasi Instrumen *Force Concept Inventory* (FCI)

M A Azzahidah^{1,3} S Kusairi¹, A Hanatan¹ dan Hariyanto²

¹Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang

²SMA Negeri 10 Malang

³E-mail: azzahidah10@gmail.com

Received: 16 Maret 2023. Accepted: 04 November 2023. Published: 15 Januari 2024

Abstrak. Penelitian ini bertujuan mengkaji lebih lanjut terkait kesulitan siswa kelas XI dalam mengerjakan soal Hukum Newton diadaptasi dari FCI. Penelitian dilakukan di salah satu Sekolah Menengah Atas Negeri di Kota Malang. Responden penelitian berjumlah 86 siswa, terdiri atas 50 siswa perempuan dan 36 siswa laki-laki. Semua responden telah memperoleh materi Hukum Newton di kelas X. Instrumen penelitian terdiri atas 9 butir soal pilihan ganda yang diadaptasi dari *Force Concept Inventory* (FCI). Analisis data menggunakan pendekatan deskriptif dan persentase jawaban benar pada setiap indikator dan tiap opsi jawaban. Hasil penelitian menunjukkan adanya kesulitan siswa pada materi Hukum Newton yang disebabkan oleh kurangnya pemahaman konsep dibuktikan dengan rerata sebesar 33,3% dalam kategori sangat rendah. Kesulitan paling tinggi terdapat pada indikator menganalisis gaya yang bekerja pada benda. Siswa belum mampu menerapkan Hukum Newton secara benar dalam mengerjakan soal dan lebih banyak menggunakan intuisi dalam menentukan interaksi gaya pada kasus-kasus tertentu. Guru perlu memberikan pelatihan pada siswa terkait interaksi antar benda yang menimbulkan gaya.

Kata kunci: Kesulitan Siswa, Hukum Newton, FCI.

Abstract. The research aims to further examine the difficulties of class XI students in solving Newton's Law problems adapted from the FCI (*Force Concept Inventory*). The study was conducted in one of the Public High Schools in Malang City. The research respondents consisted of 86 students, comprising 50 female students and 36 male students. All respondents had been exposed to Newton's Law material in their 10th-grade class. The research instrument comprised 9 items of multiple-choice questions adapted from the Force Concept Inventory (FCI). Data analysis employed a descriptive approach, examining the percentage of correct answers for each indicator and answer option. The research findings revealed students' difficulties in comprehending Newton's Law due to a lack of conceptual understanding, as evidenced by an average score of 33.3%, categorized as very low. The highest level of difficulty was observed in the indicator of analyzing the forces acting on an object. Students were not yet proficient in applying Newton's Law correctly in problem-solving and tended to rely more on intuition in determining force interactions in specific cases. Teachers need to provide training to students regarding interactions between objects resulting in force.

Keywords: Student Difficulties, Newton's Law, FCI

1. Pendahuluan

Hukum Newton merupakan materi penting yang harus dipelajari karena materi Hukum Newton bisa menjelaskan kejadian alam yang berhubungan dengan gerak. Hukum Newton adalah hukum tentang gerak dan menjadi materi dasar dalam mempelajari mekanika [1]. Materi Hukum Newton mendasari materi fisika lain seperti momentum dan energi, osilasi dan gelombang, fisika atom dan nuklir, elektromagnetika, dan termodinamika [2]. Materi Hukum Newton merupakan materi hukum dalam mekanika yang dipelajari di kelas X SMA/MA berdasarkan kurikulum 2013 dengan KD 3.7 [3]. Materi

Hukum Newton mengulas hubungan antara massa, percepatan dan gaya yang bekerja pada benda [4]. Maka dari itu siswa perlu menguasai konsep Hukum Newton dengan baik.

Penguasaan konsep menjadi fondasi utama dalam mencapai keberhasilan belajar materi Hukum Newton. Siswa diharapkan dapat memahami permasalahan Hukum Newton yang diberikan dengan baik agar mampu menganalisis permasalahan yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari [5]. Jika siswa tidak memahami materi Hukum Newton dengan baik maka siswa akan mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal Hukum Newton [6]. Kesulitan belajar merupakan keadaan yang menyebabkan menurunnya hasil belajar siswa [7]. Hal tersebut sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa kesulitan dalam memecahkan permasalahan Hukum Newton disebabkan oleh kurangnya pemahaman konsep yang dimiliki [8]. Sebanyak 28 siswa kelas X SMA mengalami kesulitan dalam pemecahan masalah Hukum Newton dan memiliki pemahaman yang rendah [9].

Beberapa penelitian menyatakan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi Hukum Newton [10–13]. Hukum I Newton menyatakan resultan gaya pada benda adalah nol sehingga menyebabkan benda tetap bergerak dengan kecepatan konstan atau benda tetap diam. Akan tetapi siswa menganggap benda bergerak lurus berubah beraturan pada Hukum I Newton [10]. Siswa mengalami kesulitan ketika mengaitkan resultan gaya, massa, dan percepatan pada kasus Hukum II Newton [11]. Siswa mengalami kesulitan pada Hukum III Newton, terutama dalam memahami adanya pasangan gaya aksi reaksi pada benda yang bersentuhan [12]. Berdasarkan penelitian terdahulu, siswa mengalami kesulitan dalam menentukan besarnya gaya interaksi antar dua benda ketika massanya berbeda [13].

Ada banyak cara untuk mengetahui pemahaman konsep siswa pada materi Hukum Newton, salah satunya dengan menerapkan instrumen soal *Force Concept Inventory* (FCI) [14]. Bentuk soal FCI adalah pilihan ganda yang dirancang untuk menganalisis pemahaman konsep dasar pada materi mekanika Newton [15]. Materi Hukum Newton diintegrasikan dalam bentuk soal yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari [16]. Jumlah soal pada instrumen FCI sebanyak 30 soal pilihan ganda dengan 5 item pilihan jawaban. Instrumen soal meliputi materi kinematika, Hukum I, II, dan III Newton, prinsip superposisi dan jenis gaya [14]. Soal dirancang dengan jawaban yang bersifat kualitatif dan dapat diselesaikan tanpa memerlukan perhitungan. Instrumen FCI dapat digunakan untuk menguji konsepsi siswa pada konsep Newton. Instrumen ini dapat digunakan di tingkat perguruan tinggi dan sekolah menengah atas dengan batasan tertentu. Pada awalnya FCI dikembangkan untuk mengevaluasi keefektifan pengantar mekanika di tingkat perguruan tinggi [14]. Instrumen FCI dapat digunakan untuk mengukur pemahaman konsep yang dimiliki siswa untuk menuju jenjang lebih lanjut.

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan menggunakan instrumen soal FCI dalam menganalisis pemahaman konsep siswa [17–19]. Penelitian terdahulu menggunakan instrumen FCI untuk mengetahui pemahaman konsep fisika di kelas X dengan jumlah siswa sebanyak 28 dan terbatas pada Hukum III Newton. Hasil penelitian menyatakan bahwa siswa mengalami pemahaman konsep yang rendah [17]. Instrumen FCI juga diterapkan pada 95 mahasiswa untuk memetakan penguasaan konsep dengan hasil analisis mahasiswa masih menggunakan pemikiran logis tanpa menggunakan konsep fisika. Selain itu, mahasiswa fisika belum menguasai konsep gaya kontak, interaksi gaya antar benda, gerak vertikal ke bawah serta gaya vertikal ke atas [18]. Soal FCI diterapkan pada 12 mahasiswa untuk mengetahui tingkat pengetahuan konsep Hukum Newton pada mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perubahan kategori dari “miskonsepsi” menjadi “tidak tahu konsep” dan FCI dapat menaikkan kecakapan berpikir kritis mahasiswa [19].

Berdasarkan uraian tersebut, dilakukan penelitian bertujuan untuk mengkaji lebih lanjut terkait kesulitan siswa kelas XI dalam mengerjakan soal Hukum Newton diadaptasi dari FCI. Penelitian ini juga dapat digunakan untuk mengetahui penyebab kesulitan yang dihadapi oleh siswa. Penelitian juga dapat digunakan sebagai rujukan guru dalam merancang pembelajaran fisika. Diharapkan kemampuan pemahaman konsep siswa dapat dikembangkan menjadi lebih baik.

2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan survei. Metode kuantitatif digunakan penelitian untuk memberikan gambaran kejadian secara mendalam dengan cara mengumpulkan data dari sampel penelitian yang dianalisis dengan teknik statistik tertentu [20]. Survei penelitian digunakan untuk mengungkap kesulitan belajar siswa dan penyebab kesulitan siswa. Lokasi penelitian disalah satu

SMA Negeri di Kota Malang pada semester ganjil tahun ajaran 2022/2023. Populasi pada penelitian ini adalah siswa kelas XI MIPA yang telah mempelajari materi Hukum Newton. Kelas XI SMA dipilih karena adanya perubahan Kurikulum 2013 menjadi Kurikulum Merdeka. Penelitian ini memperoleh sampel dari metode *simple random sampling*, yaitu memberikan kesempatan yang sama pada setiap unit untuk dapat terpilih [21]. Sampel yang terpilih merupakan siswa kelas XI dengan total 86 siswa.

Teknik pengumpulan data penelitian ialah teknik pengukuran dengan soal tes. Instrumen tes dalam penelitian adalah soal dalam bentuk pilihan ganda adaptasi FCI. Soal FCI dimodifikasi pada durasi waktu pengerjaan dan pemberian alasan pada tiap butir soal. Pada penelitian ini menggunakan durasi waktu 45 menit dengan pertimbangan adanya penambahan alasan pada tiap butir soal. Tes pilihan ganda diterapkan guna menganalisis kesulitan siswa ketika menyelesaikan soal, sementara itu modifikasi penambahan alasan pada setiap butir soal digunakan untuk mengetahui alasan siswa memilih jawaban tersebut. Instrumen tes berjumlah 10 butir soal yang mewakili empat indikator pembelajaran. Soal yang dipilih merupakan soal yang dapat menunjukkan kesulitan siswa dalam menganalisis gaya dan pengaplikasian Hukum I, II dan III Newton dalam kehidupan sehari-hari.

Statistik deskriptif dan analisis persentase digunakan untuk menganalisis data pada penelitian ini. Analisis yang digunakan adalah dengan memberikan skor 1 untuk jawaban benar dan skor 0 untuk jawaban salah. Alasan siswa digunakan untuk mengetahui pendapat siswa memilih opsi tersebut. Persentase opsi jawaban soal digunakan untuk mengidentifikasi seberapa banyak siswa yang menjawab tiap opsi jawaban. Persentase digunakan untuk mengidentifikasi seberapa banyak siswa yang dapat menyelesaikan soal tiap indikator. Persentase jawaban benar siswa dianalisis dengan cara menjumlahkan banyaknya jawaban benar siswa dibagi dengan jumlah total keseluruhan siswa yang mengerjakan tes dikali 100%. Hasil perolehan rerata belajar siswa kemudian dipersentasekan melalui persamaan 1.

$$\text{Tingkat kesulitan} = \frac{\text{rata-rata}}{\text{skor maksimal}} \times 100\% = \frac{x}{9} \times 100\% \quad (1)$$

Kriteria deskriptif persentase ketuntasan belajar dapat dilihat pada tabel 1 [22], sedangkan konsistensi internal untuk tiap butir soal dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Kriteria ketuntasan hasil belajar (0-100%).

Skor Kriteria Hasil Belajar (%)	Kategori
> 80	Sangat tinggi
75-79.9	Tinggi
70-74.9	Cukup
60-69.9	Rendah
0-59.9	Sangat rendah

Tabel 2. Instrumen penelitian.

Indikator	Reliabilitas: 0,74		
	No. Soal	Tingkat Kesukaran	Korelasi Biserial
Menganalisis gaya yang bekerja pada benda	2	Sukar	0,647
	9	Sukar	0,462
	10	Sangat mudah	0,520
Mengaplikasikan Hukum I Newton dalam kehidupan sehari-hari	4	Sukar	0,592
	5	Sedang	0,707
Mengaplikasikan Hukum II Newton dalam kehidupan sehari-hari	7	Sedang	0,189
Mengaplikasikan Hukum III Newton dalam kehidupan sehari-hari	1	Sangat mudah	0,186
	3	Sukar	0,586
	8	Sangat sukar	0,123

Pada saat dilakukan analisis, soal berkurang menjadi 9 butir soal. Jumlah butir soal dikurangi dikarenakan pada salah satu soal tersebut tidak terdapat siswa yang mampu menjawab soal dengan

benar. Soal yang dihapus merupakan soal nomor 6, dari soal nomor 1 hingga 10. Pada soal nomor 6 disajikan bentuk soal cerita tentang salah satu implementasi Hukum II Newton pada kehidupan sehari-hari. Soal tersebut meminta siswa untuk menganalisis kecepatan benda ketika diberikan gaya sebesar $2\vec{F}$. Dari 9 butir soal telah dilakukan uji validitas. Terdapat 6 butir soal berada dalam kategori valid. Butir soal yang valid terdiri dari 4 butir soal dengan validitas tinggi dan 2 butir soal dengan validitas rendah.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Hasil penelitian ini secara umum dapat dilihat pada tabel statistik deskriptif pada tabel 3.

Tabel 3. Statistik Deskriptif.

Paramater	Nilai
n	86
\bar{x}	3,00
S	1,71
r_{xy}	0,59
Skor Tertinggi	7
Skor Terendah	1
Rentang Skor	0-9

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa dalam mengerjakan soal Hukum Newton dalam bentuk pilihan ganda beralasan, ditemukan sebagian besar siswa mengalami kesulitan. Kesulitan siswa pada konsep Hukum Newton dalam kategori sangat rendah, dibuktikan dengan rerata 33.3 %. Meninjau dari rerata tersebut, menunjukkan bahwa siswa belum mampu menerapkan Hukum Newton secara benar dalam mengerjakan soal. Selain itu, ingatan siswa lemah pada materi Hukum Newton juga menjadi salah satu penyebab kesulitan siswa. Materi Hukum Newton merupakan materi fisika yang dipelajari di kelas X sedangkan responden penelitian ini adalah kelas XI.

Tabel 4. *Persen Correct.*

Indikator	<i>Persen Correct</i>
Menganalisis gaya yang bekerja pada benda	18,2 %
Mengaplikasikan hukum I Newton dalam kehidupan sehari-hari	27,9 %
Mengaplikasikan hukum II Newton dalam kehidupan sehari-hari	32,5 %
Mengaplikasikan hukum III Newton dalam kehidupan sehari-hari	46,1 %

Tabel 4 menunjukkan perolehan persentase jawaban benar siswa pada saat mengerjakan soal Hukum Newton untuk setiap indikator. Berdasarkan persentase jawaban benar menunjukkan mayoritas siswa kesulitan ketika mengerjakan soal konsep Hukum Newton. Kesulitan tertinggi ada pada indikator pertama. Indikator soal bisa mewakili satu soal ataupun lebih.

Respon siswa terhadap soal no. 9 dapat dilihat pada gambar 1. Soal no. 9 merupakan contoh soal indikator pertama. Sebanyak 47 siswa memilih opsi A. Siswa yang menjawab opsi A meyakini bahwa kursi hanya berinteraksi dengan bumi sehingga hanya ada gaya gravitasi. Siswa yang menjawab opsi pilihan E menganggap bahwa karena kursi diam di atas lantai maka tidak ada interaksi gaya yang bekerja pada kursi tersebut. Jawaban yang tepat adalah B. Sebanyak 14 siswa telah benar memilih jawaban. Sebanyak 11 siswa menjawab opsi B disertai alasan yang benar seperti pada gambar 2 yaitu gaya yang bekerja pada kursi adalah gaya berat sehingga ada gaya gravitasi dan kursi berinteraksi dengan lantai yang mengakibatkan adanya gaya normal. Siswa yang menjawab opsi B disertai alasan salah, seperti ditunjukkan pada gambar 3, berjumlah 3 siswa .

Soal 9

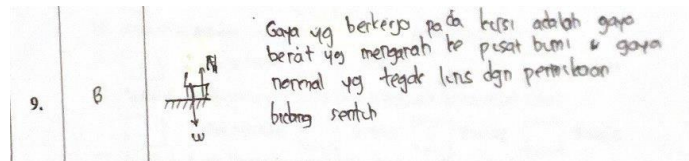
Perhatikan gaya berikut:

1. Gaya gravitasi yang arahnya ketitik pusat gravitasi bumi
2. Gaya ke atas yang dilakukan oleh lantai
3. Gaya ke bawah yang diberikan oleh udara

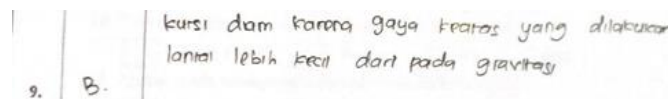
Jika kursi diam di atas lantai dan tekanan udara diabaikan, maka gaya yang bekerja pada kursi tersebut adalah...

- a. 1 saja (54.6%)
- b. 1 dan 2 (16.3%)***
- c. 2 dan 3 (1.2%)
- d. 1,2 dan 3 (1.2%)
- e. Tidak ada gaya (karena kursi dalam keadaan diam, tidak ada gaya yang bekerja padanya) (26,7%)

Gambar 1. Respon siswa pada soal no. 9.



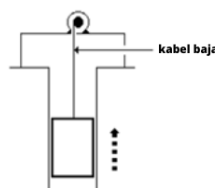
Gambar 2. Jawaban benar alasan benar.



Gambar 3. Jawaban benar alasan salah

Soal 4

Lift yang dikatkan dengan kabel baja bergerak ke atas dengan kecepatan konstan seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

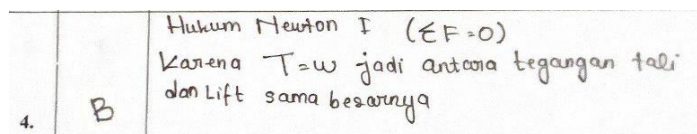


Jika semua efek gesekan diabaikan, maka pernyataan yang tepat berkaitan dengan gaya yang bekerja pada lift adalah ...

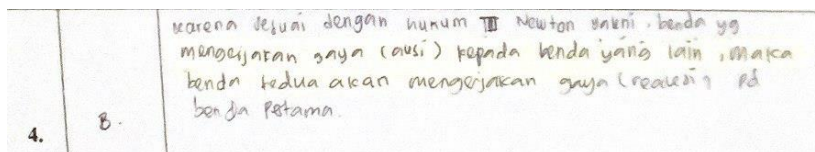
- a. Gaya ke atas oleh kabel lebih besar daripada gaya gravitasi ke bawah (44.2%)
- b. Gaya ke atas oleh kabel sama besar daripada gaya gravitasi ke bawah (22.0%)***
- c. Gaya ke atas oleh kabel lebih kecil daripada gaya gravitasi ke bawah (7.1%)
- d. Gaya ke atas oleh kabel lebih besar daripada jumlah gaya gravitasi ke bawah dan gaya ke bawah karena udara (9.3%)
- e. Semua jawaban di atas salah. (Lift naik karena kabel diperpendek, bukan karena gaya ke atas yang diberikan pada lift oleh kabel) (17.4%)

Gambar 4. Respon siswa pada soal no. 4.

Respon siswa pada soal no. 4 ditunjukkan pada gambar 4. Pada soal no. 4 sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4, mayoritas siswa memilih jawaban opsi A sebagai jawaban. Siswa yang menjawab opsi pilihan A tidak memahami makna kecepatan konstan pada soal. Mereka meyakini bahwa gaya ke atas oleh kabel baja harus lebih besar daripada gaya ke bawah agar lift dapat bergerak ke atas. Siswa memilih jawaban opsi C meyakini bahwa lebih kecil gaya ke atas oleh kabel daripada gaya ke bawah oleh gravitasi. Siswa menjawab opsi D dengan menganggap ada gaya gesek, padahal pada soal menyebutkan gaya gesekan diabaikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa tidak bisa menerapkan materi Hukum I Newton ketika mengerjakan soal yang ada. Siswa yang menjawab salah mengalami kesulitan dalam mengaplikasikan konsep fisika pada kehidupan sehari-hari dan juga mereka mengandalkan intuisi tanpa menggunakan konsep Hukum Newton secara tepat. Pada kasus ini, siswa juga menganggap resultan gaya hukum I Newton tidak sama dengan nol. Jawaban tepat adalah opsi B. Sebanyak 15 siswa memberikan jawaban dan alasan dengan benar, akan tetapi 4 siswa jawaban benar alasan salah. Pemahaman siswa yang menjawab dengan benar adalah ketika benda memiliki kecepatan konstan maka jumlah gaya pada benda adalah nol seperti pada gambar 5. Pada kasus ini diasumsikan gaya berlawanan arah gerakan lift bertanda negatif dan gaya searah pergerakan lift bertanda positif. Karena lift sedang diangkat ke atas dengan kecepatan konstan, maka resultan gaya adalah nol ($\vec{v} = \text{konstan}$, maka $a = 0$ sehingga $\Sigma \vec{F} = 0$). Contoh jawaban benar tetapi alasan salah ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 5. Jawaban benar alasan benar



Gambar 6. Jawaban benar alasan salah

Soal 6

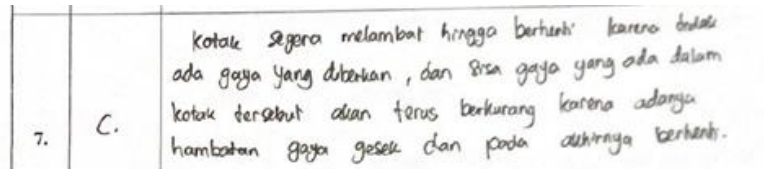
Seorang wanita memberikan gaya horizontal konstan pada sebuah kotak besar. Akibatnya, kotak bergerak melintasi lantai horizontal dengan kecepatan konstan " v_0 ". Jika wanita tersebut tiba-tiba berhenti memberikan gaya horizontal pada kotak, maka apa yang terjadi pada kotak...

- Kotak segera berhenti (55.8%)
- Kotak akan terus bergerak dengan kecepatan konstan untuk sementara waktu dan kemudian melambat hingga berhenti (11.6%)
- Kotak segera melambat hingga berhenti (32.6%)***
- Kotak tetap bergerak dengan kecepatan konstan (0%)
- Kotak akan terus bergerak dengan kecepatan bertambah untuk sementara waktu dan kemudian mulai melambat hingga berhenti (0%)

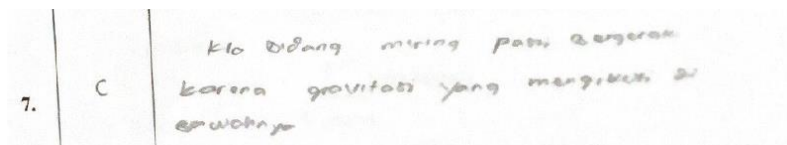
Gambar 7. Respon siswa pada soal no. 6.

Respon siswa pada soal no. 6 ditunjukkan pada gambar 7. Soal no. 6 merupakan contoh soal pada indikator keempat. Sebagian besar siswa memilih opsi jawaban A, dimana mereka menganggap bahwa ketika seseorang tiba-tiba berhenti memberikan gaya horizontal pada kotak, maka kotak akan dengan segera berhenti. Siswa menjawab opsi pilihan A akibat dari pengalaman sehari-hari yaitu ketika dorongan yang diberikan pada benda dihentikan maka benda akan segera berhenti. Sedangkan siswa yang menjawab opsi pilihan B menganggap bahwa meskipun gaya yang diberikan pada benda

dihilangkan, gaya awal pada benda akan tetap ada akan tetapi secara perlahan habis hingga benda berhenti. Pada kondisi ini siswa menganggap terdapat "gaya internal" yang sudah ada pada benda dari dorongan semula yang dapat menyebabkan benda terus bergerak dengan kelajuan konstan. Situasi tersebut menunjukkan bahwa mayoritas siswa kesulitan dan tidak menguasai materi hukum II Newton dengan baik. Jawaban yang tepat adalah C. Sebanyak 15 siswa memberikan jawaban dan alasan benar seperti gambar 8 yaitu pada kasus tersebut terdapat gaya gesek yang melawan gerakan benda sehingga jawaban yang tepat adalah opsi C yaitu kotak segera melambat hingga berhenti. Sebanyak 13 siswa memilih jawaban benar akan tetapi alasan kurang tepat seperti gambar 9.



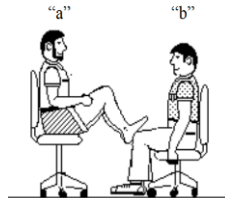
Gambar 8. Jawaban benar alasan benar



Gambar 9. Jawaban benar alasan salah

Soal 8

Siswa "a" memiliki massa 95 Kg dan siswa "b" memiliki massa 77 Kg. Mereka duduk di kursi kantor yang saling berhadapan. Siswa "a" meletakkan kakinya di atas lutut siswa "b", seperti yang ditunjukkan pada gambar. Kemudian siswa "a" mendorong ke luar dengan kakinya, sehingga kedua kursi bergerak...



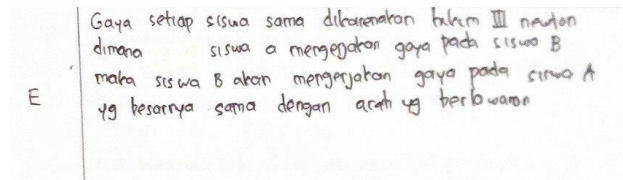
Bagaimana gaya yang terjadi selama dorongan dan saat siswa masih saling menyentuh...

- Tidak ada siswa yang memberikan gaya satu sama lain (0%)
- Siswa "a" memberikan gaya pada siswa "b", tetapi siswa "b" tidak memberikan gaya pada siswa "a" (32,6%)
- Setiap siswa memberikan gaya pada yang lain, tetapi siswa "b" memberikan gaya yang lebih besar (2,3%)
- Setiap siswa memberikan gaya pada yang lain, tetapi siswa "a" memberikan gaya yang lebih besar (52,3%)
- Setiap siswa memberikan gaya yang sama pada siswa lainnya (12,8 %)*

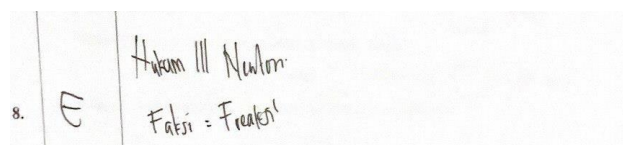
Gambar 10. Respon siswa pada soal no. 8.

Respon siswa pada soal no. 8 ditunjukkan pada gambar 10. Soal no. 8 merupakan contoh soal dengan indikator soal siswa diharapkan mampu menganalisis penerapan Hukum III Newton dalam kehidupan sehari-hari mengenai konsep interaksi gaya dua objek dengan tepat. Berdasarkan data yang ada ternyata banyak siswa yang memilih opsi pilihan D. Hal tersebut menunjukkan sebagian besar mereka berpikir bahwa masing-masing subjek saling memberikan gaya kepada yang lain, namun siswa "a" yang massanya lebih besar akan memberikan gaya yang lebih besar. Siswa memilih opsi jawaban B, dimana mereka berpikir bahwa hanya siswa yang aktif yang memberikan gaya pada yang lain. Keadaan tersebut

menggambarkan bahwa sebagian besar mengalami kesulitan belajar fisika, lebih tepatnya dalam memahami materi hukum III Newton. Pemikiran siswa kurang tepat ketika menyimpulkan permasalahan yang berkaitan dengan Hukum III Newton tentang konsep interaksi gaya pada dua objek. Siswa yang memilih jawaban tepat yaitu opsi pilihan E sejumlah 11 siswa. Siswa yang benar memilih jawaban E dan disertai alasan yang tepat menganggap bahwa masing-masing siswa memberikan gaya yang sama namun dengan arah yang berbeda seperti pada gambar 11. Siswa yang kurang tepat memberikan alasan sejumlah 2 orang karena siswa tidak memberikan tanda minus yang menandakan arah gaya yang berlawanan seperti pada gambar 12.



Gambar 11. Jawaban benar alasan benar



Gambar 12. Jawaban benar alasan salah

3.2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam mengerjakan soal fisika yang diadaptasi dari soal *Force Concept Inventory* (FCI). Hasil analisis data menunjukkan bahwa rerata yang diperoleh siswa adalah 33,3%. Berdasarkan tabel 1, rerata tersebut tergolong dalam kriteria ketuntasan belajar yang sangat rendah [22]. Mengacu pada jawaban dan hasil analisis data, siswa mengalami kesulitan setiap indikator soal. Hal tersebut didukung dengan alasan yang diberikan siswa terhadap soal tes yang telah dikerjakan. Sebagian siswa kurang tepat dalam memberikan alasan untuk mendukung jawaban siswa, padahal pilihan jawaban siswa telah tepat. Hal tersebut bisa terjadi karena siswa tidak memahami peristiwa yang berkaitan dengan Hukum I, II, dan III Newton sehingga tidak tepat dalam menerapkan konsep Hukum Newton. Keadaan tersebut yang membuat siswa merasa kesulitan ketika dihadapkan dengan soal yang berkaitan dengan pemahaman konsep.

Siswa kelas XI telah mempelajari materi fisika ketika di kelas X. Hasil penelitian menjelaskan bahwa masih banyak siswa kelas XI yang mengalami kesulitan menyelesaikan soal Hukum Newton walaupun siswa sudah pernah mempelajari materi tersebut di kelas X. Akan tetapi, hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa meskipun siswa sudah pernah mempelajari materi Hukum Newton, ternyata masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal. Kesulitan siswa dalam memahami konsep dapat berlanjut bahkan setelah siswa tersebut selesai mempelajarinya [23].

Kesulitan siswa paling tinggi ada pada materi menganalisis gaya yang bekerja pada benda. Pada soal no 9, kasus kursi diam di atas lantai, siswa mengalami kesulitan menganalisis gaya yang berinteraksi antar benda. Siswa menganggap bahwa masih ada gaya yang diberikan oleh udara. Secara jelas pada soal dijelaskan bahwa tekanan udara diabaikan. Sehingga banyak siswa yang kurang tepat menjawab soal no 9. Pada kasus ini kursi berinteraksi dengan bumi sehingga ada gaya gravitasi dan kursi berinteraksi dengan lantai yang mengakibatkan adanya gaya normal. Pada soal no. 10 peristiwa pukulan bola tenis, kemudian bola melambung di udara. Sebagian besar siswa memiliki konsep bahwa gaya yang bekerja pada bola tenis yang dipukul adalah gaya gravitasi, gaya pukulan dan gaya gesek udara. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Munfaridah yang menyatakan bahwa mahasiswa beranggapan masih ada gaya pukulan ketika bola tenis tidak bola tenis meninggalkan kontak dengan raket [18]. Pada peristiwa ini, gaya pukulan sudah tidak bekerja ketika bola tenis tidak bersentuhan dengan pemukul.

Pada materi Hukum III Newton, mobil sedan bergerak mendorong truk yang sedang mogok dengan kelajuan tertentu. Sebagian besar siswa memiliki konsep bahwa ketika mobil sedan memiliki berat lebih kecil daripada truk mendorong truk maka akan memberikan gaya yang lebih kecil dari pada gaya yang digunakan truk untuk mendorong mobil sedan. Dalam hal ini siswa beranggapan bahwa berat dari suatu benda sebanding dengan gaya yang dikerjakan oleh benda. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Narjaikaew pada Hukum III Newton, siswa beranggapan pada Hukum III Newton, semakin besar massa benda maka gaya yang dimiliki juga semakin besar [24]. Penelitian yang dilakukan oleh Pertiwi & Setyarsih, menyatakan sebagian besar siswa memiliki konsepsi bahwa sebuah truk yang mengerjakan gaya lebih besar terhadap sedan, dibandingkan sedan mengerjakan gaya terhadap truk, hal ini dikarenakan truk memiliki ukuran, massa dan volume yang lebih besar daripada sedan [25]. Hasil yang sama juga terdapat pada penelitian Sudibyo & Supardiyang menyatakan bahwa mahasiswa masih menganggap aksi-reaksi terjadi pada *single* objek dan benda dengan massa lebih besar maka akan menghasilkan gaya yang semakin besar juga. Jika dilihat dengan konsep fisika, gaya truk terhadap sedan sama besar dengan gaya sedan terhadap truk. [19].

Faktor intuisi siswa dapat menjadi penyebab dari kurang tepatnya siswa ketika menjawab soal yang ada. Pemikiran intuitif tersebut bisa berasal dari pengalaman tentang kejadian yang terjadi dilingkungan sekitar. Siswa cenderung dipengaruhi oleh kehidupan sehari-hari tanpa mengaitkan dengan konsep fisika yang ada. Penelitian yang dilakukan oleh Handhika pada tahun 2016 menyatakan bahwa faktor utama yang dapat mempengaruhi pemahaman konsep siswa adalah intuisi [26].

Siswa belum mampu memahami peristiwa dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan konsep Hukum Newton. Mereka tidak memahami pada kondisi benda bagaimana soal yang dimaksud, walaupun sebenarnya sudah disebutkan dengan jelas di soal bahwa kondisi yang dimaksud adalah ketika kecepatan konstan. Pada instrumen soal Hukum I Newton tentang *lift* yang bergerak ke atas dengan kecepatan konstan, banyak siswa yang tidak memahami makna konstan pada soal. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Setyani & Handhika tahun 2016 yang menyatakan bahwa sebagian besar mahasiswa menghiraukan makna kecepatan konstan dalam soal dan tidak memperhitungkan resultan gaya yang bekerja [26]. Hal ini menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal konsep Hukum Newton.

Penguasaan konsep yang tidak optimal menjadi salah satu penyebab kesulitan yang dialami oleh siswa. Penguasaan konsep bukan hanya sekedar memahami, tetapi juga dapat menerapkan konsep yang diberikan ketika memecahkan suatu permasalahan [27]. Penguasaan konsep tidak hanya mengenal konsep akan tetapi siswa dapat menghubungkan antara satu konsep dengan konsep yang lain dalam berbagai situasi [28]. Banyaknya konsep alternatif yang dimiliki oleh siswa menyebabkan kesulitan dalam mengerjakan soal FCI. Oleh karena itu, untuk dapat menjawab soal pada instrumen FCI tentunya diperlukan pengetahuan akan konsep-konsep esensial seperti percepatan, tegangan tali, resultan gaya, gaya gesek dan aksi-reaksi.

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Amaliah & Purwaningsih pada tahun 2021, yaitu menggunakan instrumen soal *Force Concept Inventory* (FCI). Penelitian menunjukkan hasil yang sama seperti penelitian terdahulu khususnya pada instrumen FCI yang dimodifikasi yaitu siswa mengalami pemahaman konsep yang rendah [17]. Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh Sudibyo & Supardi dengan menggunakan soal FCI sebagai instrumen tes dengan mahasiswa sebagai subjek penelitian [19]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik siswa maupun mahasiswa belum mampu untuk berpikir secara mendalam untuk menyelesaikan soal FCI.

Hal menarik pada penelitian ini terdapat di indikator empat yaitu dalam mengaplikasikan Hukum III Newton dalam kehidupan sehari-hari. Jika ditinjau kembali, soal no. 1 dengan soal no. 8 memiliki konsep yang sama yaitu hubungan massa benda dengan gaya aksi-reaksi. Ketika benda diberikan gaya (aksi), maka benda tersebut akan memberikan gaya (reaksi) yang sama besar dan berlawanan arah dengan gaya yang diberikan. Akan tetapi, berdasarkan hasil analisis dari 86 siswa sebanyak 83 siswa menjawab dengan benar untuk soal no. 1 dan 11 siswa menjawab benar untuk soal no. 8.

Bagi peneliti selanjutnya dapat menggunakan jumlah soal yang lebih banyak dan dengan menambahkan sesi wawancara setelah mengerjakan soal. Sesi wawancara dapat digunakan sebagai pemberian informasi tambahan terkait kesulitan siswa dalam memahami konsep Hukum Newton. Selain itu, penerapan model pembelajaran juga perlu diperhatikan oleh guru yang mengajar di kelas.

Pembelajaran fisika perlu ditekankan juga pada konsep dan materi yang diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Karena hasil penelitian menunjukkan sebagian siswa mengalami kesulitan dalam mengerjakan dan memberikan alasan terkait kondisi soal yang dikerjakan.

4. Simpulan

Hasil penelitian memberikan kesimpulan bahwa sebagian besar siswa kelas XI kesulitan ketika mengerjakan soal Hukum Newton. Soal diadaptasi dari *Force Concept Inventory* (FCI) dengan penambahan alasan di tiap butir soal. Kesulitan dapat diukur dari rerata yang diperoleh oleh siswa sebesar 33,3 % dengan kategori sangat rendah. Kesulitan siswa paling tinggi terdapat pada indikator menganalisis gaya yang bekerja pada benda. Persentase jawaban salah siswa adalah sebesar 81,8% dari 86 siswa. Siswa kesulitan ketika menentukan interaksi antar gaya yang ada pada benda. Siswa belum mampu memahami makna soal sehingga pemikiran siswa lebih banyak menggunakan intuisi dalam menyelesaikan persoalan Hukum Newton. Kesulitan siswa bisa dipengaruhi akibat dari pemahaman konsep yang dimiliki siswa rendah tentang gerak ketika diaplikasikan ke dalam peristiwa kehidupan sehari-hari. Dari hasil penelitian, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut sebagai upaya mengurangi kesulitan siswa, salah satu caranya yaitu dengan melakukan penelitian langsung setelah pemberian materi Hukum Newton selesai. Selain itu, bagi guru agar lebih memberikan latihan-latihan soal yang berkaitan dengan konsep Hukum Newton terlebih yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Guru perlu memberikan penekanan dan pelatihan pada siswa terkait dengan gaya yang bekerja pada benda dan interaksi benda yang menyebabkan gaya.

Ucapan Terima Kasih

Penyusunan artikel ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada kepala sekolah dan guru salah satu Sekolah Menengah Atas Negeri di Kota Malang, yang telah memberikan kesempatan pada peneliti untuk melakukan penelitian materi Hukum Newton kepada siswa kelas XI MIPA. Peneliti juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada siswa kelas XI MIPA yang telah bersedia menjadi objek penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Ilma A Z, Budiharti R dan Ekawati E Y 2021 Eksperimen Discovery Learning dan Problem Based Learning Ditinjau Ketekunan Belajar Siswa Materi Hukum Newton *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika* **11** 20–7
- [2] Syuhendri S, Andriani N dan Taufiq T 2019 Preliminary Development of Conceptual Change Texts Regarding Misconceptions on Basic Laws of Dynamics *Journal of Physics: Conference Series* vol 1166 (IOP Publishing) p 012013
- [3] Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia 2016 Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran Pada Kurikulum 2013 Pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah
- [4] Fadlli Muh R, Sutopo S dan Wartono W 2019 Analisis Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Hukum Newton *Jur.Pend.Teo.Pen.Peng.* **4** 993
- [5] Susiana N, Yuliati L dan Latifah E 2018 Pengaruh Interactive Demonstration terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas X pada Materi Hukum Newton *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan* **3** 312–5
- [6] Shalihah A, Mulhayatiah D dan Alatas F 2016 Identifikasi Miskonsepsi Menggunakan Tes Diagnostik Three-tier pada Hukum Newton dan Penerapannya *Journal of Teaching and Learning Physics* **1** 24–33
- [7] Lilianti L 2020 Penanganan Kesulitan Belajar Siswa dengan Pendekatan Psikologi Belajar di SMA Negeri 3 Kendari *Didaktis: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Pengetahuan* **20**
- [8] Nurcahyo A W 2017 Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Hukum Newton tentang Gerak Pada Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jember melalui Pembelajaran Cooperative Problem Solving masters (Universitas Negeri Malang)

- [9] Susiana N 2017 *Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA Kelas X Melalui Model Interactive Demonstration dengan Thinking Maps pada Materi Hukum Newton* masters (Universitas Negeri Malang)
- [10] Entino R, Hariyono E dan Lestari N A 2021 Analisis Miskonsepsi Peserta Didik Sekolah Menengah Atas pada materi Fisika *pendipa. jurnal. pendik. sains* **6** 177–82
- [11] Rosenblatt R dan Heckler A F 2011 Systematic Study of Student Understanding of the Relationships Between the Directions of Force, Velocity, and Acceleration in One Dimension *Physical Review Special Topics-Physics Education Research* (The American Physical Society) p 020112
- [12] Sari A L R, Parno P dan Taufiq A 2018 Pemahaman Konsep dan Kesulitan Siswa SMA pada Materi Hukum Newton *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan* **3** 1323–30
- [13] Smith T I dan Wittmann M C 2007 Comparing Three Methods for Teaching Newton’s Third Law *PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS - PHYSICS EDUCATION RESEARCH* (The American Physical Society) p 020105
- [14] Hestenes D, Wells M dan Swackhamer G 1992 Force Concept Inventory *The physics teacher* **30** 141–58
- [15] Fauziah A dan Darvina Y 2019 Analisis miskonsepsi peserta didik dalam memahami materi gerak lurus dan gerak parabola pada kelas X SMAN 1 Padang *PILLAR OF PHYSICS EDUCATION* **12**
- [16] Dimas A 2020 Pemahaman Konsep Mahasiswa IPA pada materi Hukum Newton *JURNAL IKATAN ALUMNI FISIKA* **6** 11–4
- [17] Amaliah N U dan Purwaningsih E 2021 Analisis Pemahaman Konsep, Multirepresentasi, dan Konsistensi Jawaban Siswa SMA pada Konsep Hukum III Newton *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)* **9** 671–82
- [18] Munfaridah N, Sutopo, Sulur dan Asim 2017 Analisis Miskonsepsi “Gerak dan Gaya” Menggunakan Instrumen Force Concept Inventory (FCI) Pada Mahasiswa Calon Guru Fisika *Jurnal Lensa (Lentera Sains)* **7**
- [19] Sudiby M I dan Supardi Z A I 2013 Profil Konsepsi Hukum Newton dan Kecakapan Berpikir Kritis Mahasiswa Angkatan 2012 Kelas Internasional Prodi Pendidikan Fisika FMIPA Universitas Negeri Surabaya **02**
- [20] Musfirah, Burhan I, Afifah N dan Sari S N 2022 *Metode Penelitian Kuantitatif* (Insan Cendekia Mandiri)
- [21] Sumargo B 2020 Teknik Sampling *UNJ PRESS*
- [22] Sudjana N 2020 *Penelitian dan Penilaian Pendidikan* (Sinar Baru Algensindo)
- [23] Januarifin D, Parno P dan Hidayat A 2018 Kesalahan siswa SMA dalam memecahkan masalah pada materi Hukum Newton *Momentum: Physics Education Journal*
- [24] Narjaikaew P 2013 Alternative Conceptions of Primary School Teachers of Science About Force and Motion *Procedia-Social and Behavioral Sciences* **88** 250–7
- [25] Pertiwi C A dan Setyarsih W 2015 Konsepsi Siswa Tentang Pengaruh Gaya pada Gerak Benda Menggunakan Instrumen Force Concept Inventory (FCI) Termodifikasi *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)* **04** 162–8
- [26] Handhika J, Cari C, Soeparmi A dan Sunarno W 2016 Student conception and perception of Newton’s law *AIP Conference Proceedings* vol 1708 (AIP Publishing)
- [27] Ainayah Q, Yuliati L dan Parno P 2020 Analisis Penguasaan Konsep dan Kesulitan Belajar Materi Alat-Alat Optik pada Siswa Kelas XI MAN Tuban *Jurnal Riset Pendidikan Fisika* **5** 24–9
- [28] Siahaan K W A, Lumbangaol S T P, Marbun J, Nainggolan A D, Ritonga J M dan Barus D P 2021 Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan Multi Representasi terhadap Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep IPA *Jurnal Basicedu* **5** 195–205