

Konsepsi Siswa Tentang Pengaruh Gaya pada Gerak Benda Menggunakan Instrumen *Force Concept Inventory (FCI) Termodifikasi*

Chyta Anindya Pertiwi, Woro Setyarsih

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: chytaanindyapertiwi@gmail.com

Abstrak

Fisika merupakan cabang ilmu sains yang membahas fenomena alam dengan segala dinamika fisisnya. Salah satu materi yang sering mengalami miskonsepsi dalam pembelajaran fisika di SMA khususnya pada kinematika dan dinamika. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan konsepsi siswa kelas XI terhadap Hukum Newton tentang pengaruh gaya pada gerak benda meliputi pemahaman konsep siswa dan penyebab kesalahan konsep yang bersumber dari siswa menggunakan instrumen FCI yang dimodifikasi dengan penambahan alasan terbuka pada setiap butir soal atau yang dikenal dengan *two-tier multiple choice items*. Penggunaan instrumen FCI untuk mengukur pengetahuan formal tentang mekanika yang bersifat kualitatif (deskriptif). Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan konsepsi siswa terhadap Hukum Newton tentang pengaruh gaya pada gerak benda yang dikategorikan Paham Konsep Lengkap (PKL) sebesar 1,62%, Paham Konsep Sebagian (PKS) sebesar 9,37%, Menebak (Mn) sebesar 7,09%, Kurang Paham Konsep (KPK) sebesar 1,73%, Miskonsepsi (MK) sebesar 79,88% dan Tidak Paham Konsep (TPK) sebesar 0,31%. Persentase penyebab miskonsepsi yang bersumber dari siswa meliputi pemikiran asosiatif siswa sebesar 2,96%, alasan siswa yang tidak lengkap atau salah sebesar 14,09%, intuisi siswa yang salah sebesar 82,96%, sedangkan untuk prakonsepsi siswa dan pemikiran humanistik siswa sebesar 0%.

Kata kunci: konsepsi, FCI, *two-tier*, miskonsepsi

Abstract

Physics is a branch of science which discuss about nature phenomenon and all its physics dynamics. One of physics learning material of Senior High School and misconception often appears on it especially about kinematics and dynamics. The objective of this research is to describe the conception of Grade XI students on Newton's Law include student's concept understanding and the cause of concept mistake based on students using FCI instrument that modified by additional open reason on each problem number or that is known as "two-tier multiple choice items". The use of FCI instrument is to measure formal knowledge about qualitative mechanics (descriptive). Based on research result, got many kinds of students' on Newton's Law that can be categorized as: 1.62% students "Understand Full Concept", 9.37% students "Understand Half Concept", 7.09% students "Just Guest the Concept", 1.73% students "Lack of Concept Understanding", 79.88% students "Misconception", 0.31% students "Don't Understand the Concept at All". The height of misconception percentage is caused by: 2.69% for students' associative consideration, 14.09% for incomplete or wrong students' reason 82.96% for students' wrong intuition, and 0% for students' preconception and students' humanistic consideration.

Key words: conception, FCI, *two-tier*, misconception

PENDAHULUAN

Fisika merupakan cabang ilmu sains yang membahas fenomena alam dengan segala dinamika fisisnya seperti massa, energi, momentum dan konsep-konsep fisis lainnya. Sebagian besar siswa menganggap fisika adalah mata pelajaran yang sulit dipahami, lebih-lebih pada materi yang bersifat abstrak. Kenyataannya belajar fisika menuntut lebih banyak pemahaman daripada menghafalan. Dengan menggunakan segala kemampuan berpikir dan melakukan pembelajaran secara efektif serta efisien untuk mendapatkan hasil yang optimal. Untuk

memperbaiki pemahaman konsep siswa, sebagai pengajar perlu mengetahui terlebih dahulu kesulitan yang dialami siswa. Terkadang siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari konsep-konsep yang bersifat abstrak, perhitungan secara matematik, memahami materi tertentu dan pemecahan soal (Sudibyo, 2013: 1).

Kesuksesan seseorang dalam belajar fisika tergantung pada kemampuannya dalam memahami konsep-konsep, pengertian, hukum-hukum dan teori-teori (Lona, n.d: 1). Banyak konsep yang akan ditemukan ketika belajar tentang fisika. Namun konsep tersebut sebenarnya sudah

mulai tumbuh sejak masih kecil melalui pengamatan yang dilakukan. Seiring bertambahnya pengalaman hidup, ada kalanya konsep yang telah dipelajari berasimilasi dengan pengalaman ataupun kebiasaan sehari-hari, sehingga terjadi ketidaksesuaian dengan konsep yang dianut oleh fisikawan (Suparno, 2013: 4). Ketidaksesuaian ini disebut sebagai konsep alternatif atau miskonsepsi yang harus segera dihilangkan, karena akan berbahaya jika tidak dengan segera dibenahi (Tayubi, 2005).

Wawancara dengan salah satu pengajar fisika kelas XI IPA SMA Wachid Hasyim 2 Taman Sidoarjo memberikan informasi bahwa siswa sering mengalami ketidakpahaman terhadap hukum dasar mekanika, terutama Hukum Pertama dan Kedua Newton. Letak ketidakpahaman siswa terhadap Hukum Pertama dan Kedua Newton berkaitan dengan konsep menentukan resultan gaya dan memahami arti kata massa dengan berat. Selain itu, kebanyakan siswa sering mengatakan bahwa benda yang lebih berat akan jatuh terlebih dahulu di tanah daripada benda yang ringan. Ketidakpahaman yang dihadapi oleh siswa tersebut, tentunya akan membuat siswa merasa kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal yang bersifat kuantitatif (hitungan) maupun kualitatif (deskriptif).

Beberapa kendala yang dihadapi oleh pengajar fisika, yaitu ketika pengajar membekali mata pelajaran fisika dengan menekankan pada konsep-konsep fisis, kemampuan siswa masih cukup rendah dalam memahami konsep-konsep fisis. Hal ini disebabkan siswa memiliki kemampuan dalam menyelesaikan soal yang bersifat hitungan dan lebih suka dengan rumus yang praktis. Pada Ujian Akhir Semester tipe soal yang berhasil dikerjakan mayoritas pada tingkat aplikasi C₃. Untuk kategori yang lebih tinggi, misalnya kategori analisis dan evaluasi, siswa cenderung mengalami kesulitan. Upaya yang dilakukan pengajar untuk mengubah persepsi siswa agar lebih terampil dalam menyelesaikan soal yang bersifat konseptual sangat sulit, karena siswa lebih terbiasa dalam menggunakan soal berbasis matematika. Pada kasus yang serupa untuk ulangan harian, rata-rata siswa mencapai nilai 50 jika dilakukan ulangan mendadak, sedangkan jika telah terjadwal rata-rata nilai yang dicapai sekitar 76.

Hasil studi awal yang telah dilakukan oleh peneliti dkk. (2014) tentang Konsepsi Mekanika Newtonian Siswa Kelas XII dengan Menggunakan Instrumen *Force Concept Inventory* (FCI) dan *Mechanics Baseline Test* (MBT), menghasilkan simpulan bahwa sebagian besar siswa kelas XII SMAN 15 Surabaya dan SMA Trimurti Surabaya yang digunakan sebagai sampel penelitian, memiliki pemahaman konsep yang kurang dan bahkan tidak mengerti akan konsep-konsep mekanika. Hal ini terlihat pada beberapa soal memiliki persentase konsepsi sebesar nol persen dan letak kecenderungan ketidakpahaman siswa terletak pada konsep-konsep penunjang yaitu mengenai kelajuan, percepatan linier, percepatan gravitasi, gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Konsep-konsep penunjang tersebut sebenarnya menjadi dasar utama dalam memahami fenomena fisis dari benda bergerak sebagai akibat dari adanya gaya yang bekerja pada benda.

Penyebab ada atau ditemukannya kesalahan konsep (miskonsepsi) pada siswa dapat dilakukan dengan cara mendeteksi prakonsepsi yang dimilikinya. Untuk dapat mendeteksinya, harus digunakan suatu instrumen khusus yaitu tes diagnostik yang dapat mengungkap adanya kesalahan konsep dari masing-masing subjek (Suwanto, 2013). Banyak penelitian yang mengungkapkan penyebab dari adanya kesalahan konsep, diantaranya berasal dari diri siswa, guru, buku teks, konteks dan metode mengajar yang dilakukan oleh pengajar ketika memberi bekal materi. Secara garis besar, penyebab miskonsepsi menurut (Suparno, 2013: 81-82) memberikan ringkasan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penyebab Miskonsepsi Siswa

Sebab Utama	Sebab Khusus
Siswa	Prakonsepsi, pemikiran asosiatif, pemikiran humanistik, <i>reasoning</i> yang tidak lengkap, intuisi yang salah, tahap perkembangan kognitif siswa, kemampuan siswa dan minat belajar siswa
Guru	Lemahnya penguasaan materi ajar dan cara mengajar yang tidak tepat atau sikap guru dalam berinteraksi dengan siswa yang kurang baik.
Buku teks	Penjelasan keliru, salah tulis terutama dalam rumus, tingkat penulisan buku terlalu tinggi bagi siswa, tidak mengetahui membaca buku teks, buku fiksi sains dan kartun sering salah konsep.
Konteks	Pengalaman siswa, bahasa sehari-hari berbeda, teman diskusi yang salah dan keyakinan agama.
Cara mengajar	Hanya berisi ceramah dan menulis, langsung ke dalam bentuk matematika, tidak mengungkapkan miskonsepsi siswa, tidak mengoreksi PR, model analogi yang dipakai kurang tepat, model praktikum dan model diskusi.

Sumber: Suparno, 2013: 81-82

Force Concept Inventory (FCI) merupakan tes diagnostik yang didesain untuk menilai tingkat pemahaman siswa terhadap konsep dasar fisika newtonian, menilai evaluasi keefektifan pada berbagai level sebagai pengantar dari pengajaran fisika (Hestenes dan Halloun, 1995). Jumlah item soal yang disiapkan oleh Hestenes dkk. (1992) pada instrumen FCI sebanyak 30 butir soal pilihan ganda yang didesain untuk dapat diselesaikan tanpa perhitungan panjang dan jawaban yang diperlukan bersifat kualitatif. Jadi, instrumen FCI adalah pemeriksa yang sangat bagus dalam mendiagnosis konsep newtonian (Hestenes dan Wells, 1992).

Sebelum dapat melakukan pemberian perlakuan dengan tepat kepada siswa, seorang guru harus memberikan semacam tes diagnostik untuk mendiagnosis atau mengidentifikasi pengetahuan yang dimiliki oleh siswa. Karena dengan adanya tes diagnostik, guru dapat dengan mudah memastikan konsepsi siswa (Chen dkk., 2002: 107). Hasil dari tes diagnostik dapat dijadikan bentuk refleksi bagi guru untuk melakukan perbaikan dalam pembelajaran dan penggunaan metode yang tepat

pada periode selanjutnya. Namun hasil tes diagnostik tidak dapat digunakan untuk mengelompokkan siswa, karena tujuan utama dari tes diagnostik adalah untuk mendiagnosis konsepsi siswa dan tidak untuk menilai prestasi siswa (Adodo, 2013: 203).

Menurut Treagust (dalam Chandrasegaran dkk., 2007: 295) tujuan tes diagnostik dengan model *two-tier multiple choice items* adalah untuk mengidentifikasi konsepsi alternatif siswa tentang berbagai konsep, dimana tingkat pertama dari item soal terdiri dari pertanyaan konten, sedangkan tingkat kedua memunculkan respon penalaran. Dibandingkan dengan pendekatan lain, tes diagnostik dua tingkat (*two-tier diagnostic test*) merupakan pendekatan yang lebih maju karena mempertimbangkan alasan siswa dan interpretasi atas jawaban siswa (Kilic, 2009: 2685).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif untuk mendeskripsikan konsepsi siswa kelas XI IPA pada materi Hukum Newton tentang pengaruh gaya pada gerak benda menggunakan instrumen FCI yang dimodifikasi dengan penambahan alasan terbuka pada setiap butir soal atau yang dikenal dengan *two-tier multiple choice items*.

Penelitian ini dilakukan di SMA Wachid Hasyim 2 Taman Sidoarjo dengan waktu penelitian pada semester genap tahun pelajaran 2014-2015. Waktu pengambilan data dilakukan pada tanggal 23, 27 dan 28 Februari 2015 dengan memberikan instrumen soal FCI yang dimodifikasi selama 90 menit.

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA SMA Wachid Hasyim 2 Taman Sidoarjo. Sampel yang dipilih berdasarkan teknik sampling *non-probability sampling tipe convenience sampling* (Sudibyo, 2013: 35). Sampel yang digunakan sebanyak 3 kelas dengan jumlah 128 siswa yang dibimbing oleh 1 guru fisika yang sama, sehingga diasumsikan adanya kesamaan dalam proses pembelajaran.

Instrumen penelitian yang digunakan adalah soal FCI yang disusun oleh David Hestenes dkk. (1992) dan diadaptasi oleh Syuhendri (2014) ke dalam bahasa Indonesia. Penelitian ini menggunakan soal FCI dengan modifikasi penambahan alasan terbuka pada setiap butir soal atau yang dikenal dengan *two-tier multiple choice items*. Butir soal yang diujikan hanya memuat materi Hukum Newton tentang pengaruh gaya pada gerak benda yang terdiri dari 12 butir soal dari 30 butir soal yang tersedia pada instrumen FCI. Sebelum melakukan tes konsepsi siswa, dilakukan validasi instrumen FCI kepada para ahli yang meliputi validasi bahasa. Hal ini dimaksudkan agar siswa dapat memahami dengan baik setiap kalimat pada soal yang diberikan dan tidak menimbulkan persepsi yang berbeda dengan yang dimaksud soal.

Untuk mendeskripsikan konsepsi siswa kelas XI IPA tentang pengaruh gaya pada gerak benda, digunakan analisis persentase konsepsi tiap item soal.

$$PKTS = \frac{F_s}{N_s} 100\% \quad \dots (1)$$

(Fakhrudin dkk., 2012: 90)

keterangan,

- $PKTS$ = Persentase konsepsi tiap item soal.
 F_s = Jumlah siswa yang menjawab soal dengan benar.
 N_s = Jumlah total siswa.

Dengan adanya modifikasi penambahan alasan terbuka pada setiap butir soal, hasil jawaban dan konsepsi siswa dapat dianalisis untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa dalam menjawab soal. Tingkat pemahaman siswa dari dua tingkat (*two-tier*), terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkatan Pemahaman Siswa

No.	Pola Jawaban	Tingkat Pemahaman	Kode
1.	Benar + Alasan benar dan lengkap	Paham konsep secara lengkap	PKL
2.	Benar + Alasan kurang lengkap	Paham konsep sebagian	PKS
3.	Benar + Alasan salah	Menebak	Mn
4.	Benar + Alasan kosong	Kurang paham konsep	KPK
5.	Benar + Alasan berupa pengulangan pertanyaan	Kurang paham konsep	KPK
6.	Salah + Alasan benar dan lengkap	Menebak	Mn
7.	Salah + Alasan tidak jelas atau tidak logis	Miskonsepsi	MK
8.	Salah + Alasan kosong	Tidak paham konsep	TPK

Diadaptasi dari: Michael R. Abraham (dalam Khotimah, 2014: 12)

Untuk dapat menentukan persentase setiap tingkat pemahaman, maka ditentukan dengan persamaan (2).

$$PTP = \frac{F_p}{N_p} 100\% \quad \dots (2)$$

(Fakhrudin dkk., 2012: 90)

keterangan,

- PTP = Persentase tingkat pemahaman siswa.
 F_p = Jumlah siswa yang dikategorikan pada tingkat pemahaman tertentu.
 N_p = Jumlah total siswa.

Dari hasil identifikasi jumlah siswa yang tergolong miskonsepsi, maka penyebab miskonsepsinya dapat dikategorikan menjadi lima aspek, yaitu prakonsepsi awal siswa, pemikiran asosiatif siswa, pemikiran humanistik siswa, alasan yang tidak lengkap atau salah dan intuisi siswa yang salah. Masing-masing aspek dapat dinyatakan dengan persamaan (3).

$$PPM = \frac{F_M}{N_M} 100\% \quad \dots (3)$$

(Fakhrudin dkk., 2012: 90)

keterangan,

- PPM = Persentase penyebab miskonsepsi.
 F_M = Jumlah siswa yang mengalami miskonsepsi akibat faktor x.
 (Faktor x dapat berupa: prakonsepsi awal siswa, pemikiran asosiatif siswa, pemikiran humanistik siswa, alasan yang tidak lengkap atau salah dan intuisi siswa yang salah).
 N_M = Jumlah siswa yang mengalami miskonsepsi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

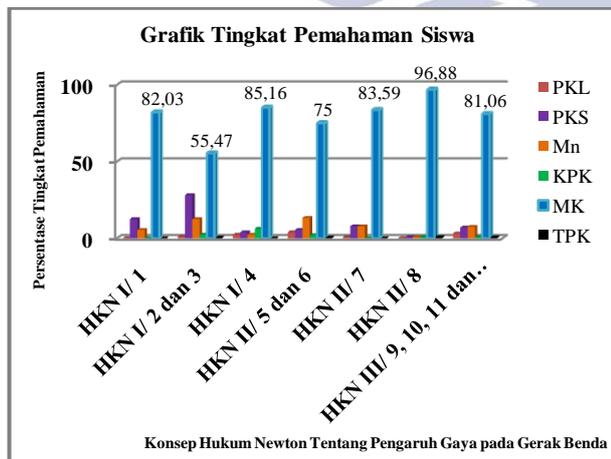
Data diperoleh dari hasil tes diagnostik dengan menggunakan instrumen FCI yang dimodifikasi dengan penambahan alasan terbuka pada setiap butir soal. Berikut klasifikasi konsepsi siswa terhadap Hukum Newton tentang pengaruh gaya pada gerak benda terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Konsepsi Siswa Terhadap Hukum Newton Tentang Pengaruh Gaya pada Gerak Benda

No. Soal pada Instrumen Modifikasi	Persentase Konsepsi Siswa (%)	Konsep Fisika
1	19,53	Pengaruh gravitasi terhadap GLB dan GLBB
2 dan 3	43,75	Gaya sentripetal pada gerak melingkar
4	14,84	Total gaya horisontal pada benda
5 dan 6	12,89	Pengaruh gravitasi terhadap gerak objek
7	8,59	GLBB akibat gravitasi
8	1,56	Pengaruh perubahan gaya pada benda
9, 10, 11 dan 12	14,06	Gaya aksi-reaksi

Kelemahan dari keseluruhan sampel khususnya pada instrumen FCI adalah kurangnya kemampuan bernalar dengan menggunakan kemampuan analisis kualitatif. Hal ini berakibat pada rendahnya hasil konsepsi siswa dalam menyelesaikan setiap soal yang disajikan pada instrumen FCI.

Hasil jawaban dan konsepsi siswa, kemudian dianalisis dan dikelompokkan dalam enam kategori tingkat pemahaman siswa. Tingkat pemahaman siswa pada setiap konsep terdapat pada Gambar 1.



Keterangan:

1. PKL (Paham Konsep Lengkap), PKS (Paham Konsep Sebagian), Mn (Menebak), KPK (Kurang Paham Konsep), MK (Miskonsepsi) dan TPK (Tidak Paham Konsep).
2. HKN I: Hukum Pertama Newton, HKN II: Hukum Kedua Newton dan HKN III: Hukum Ketiga Newton.
3. HKN I meliputi konsep pengaruh gravitasi terhadap GLB dan GLBB (soal no. 1), gaya sentripetal pada gerak melingkar (soal no. 2 dan 3) dan total gaya horisontal pada benda (soal no. 4).

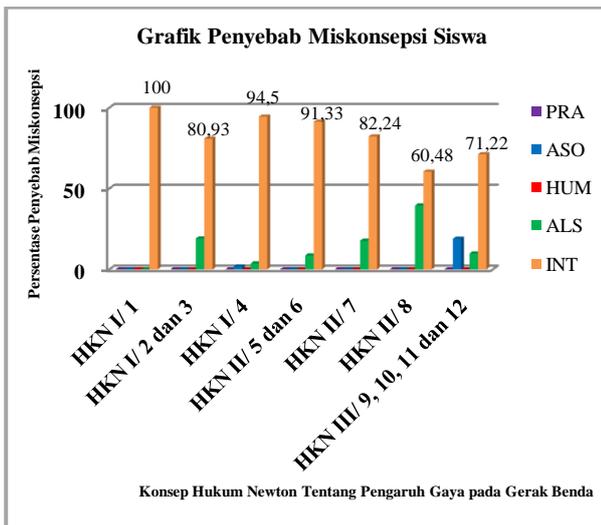
4. HKN II meliputi konsep pengaruh gravitasi terhadap gerak objek (soal no. 5 dan 6), GLBB akibat gravitasi (soal no. 7) dan pengaruh perubahan gaya pada benda (soal no. 8).
5. HKN III meliputi konsep gaya aksi-reaksi (soal no. 9, 10, 11 dan 12).

Gambar 1. Grafik Tingkat Pemahaman Siswa Terhadap Hukum Newton Tentang Pengaruh Gaya pada Gerak Benda

Berdasarkan hasil analisis konsepsi siswa dengan menggunakan instrumen FCI yang dimodifikasi dengan penambahan alasan terbuka pada setiap butir soal, tingkat konsepsi siswa kelas XI masih dikatakan cukup rendah dengan persentase konsepsi di bawah 50% terhadap Hukum Newton tentang pengaruh gaya pada gerak benda. Padahal, menurut Piaget (dalam Kuswana, 2011: 158) siswa kelas XI dengan usia 11 tahun sampai dewasa berada pada tahapan operasional formal. Yang mana dengan bertambahnya usia, maka kualitas berpikir secara abstrak, menalar secara logis dan menarik kesimpulan dari informasi yang tersedia (Nur, 2008: 3; Piaget dalam Kuswana, 2011: 158). Ilmu fisika yang dimiliki oleh siswa kelas XI mengenai Hukum Newton tentang pengaruh gaya pada gerak benda telah dipelajari di kelas X. Seharusnya siswa kelas XI dengan adanya pengalaman yang lebih banyak akan membangun persepsi dan pengetahuan ilmiah yang lebih baik, sehingga siswa lebih mudah menjelaskan fenomena nyata dengan konsep-konsep fisika khususnya pada bidang mekanika (Arslan *et al.*, 2010: 3).

Penyebab dari tidak optimalnya konsepsi siswa disebabkan karena banyaknya konsep-konsep alternatif yang masih dimiliki oleh masing-masing siswa, sehingga respon terhadap soal-soal FCI menjadi tidak sesuai dengan yang diharapkan (Cataloglu dan Ates, 2013: 2). Oleh karena itu, untuk dapat menjawab setiap item soal pada instrumen FCI diperlukan pengetahuan akan konsep-konsep esensial seperti massa, percepatan, aksi-reaksi, gaya gesek, tegangan tali dan resultan gaya.

Berdasarkan hasil identifikasi jumlah siswa yang tergolong miskonsepsi, maka penyebab miskonsepsinya dapat dikategorikan menjadi lima aspek. Penyebab miskonsepsi yang bersumber dari siswa, terdapat pada Gambar 2.



Keterangan:

1. PRA (prakonsepsi siswa), ASO (pemikiran asosiatif), HUM (pemikiran humanistik), ALS (alasan yang tidak lengkap atau salah) dan INT (intuisi siswa yang salah).
2. HKN I: Hukum Pertama Newton, HKN II: Hukum Kedua Newton dan HKN III: Hukum Ketiga Newton.
3. HKN I meliputi konsep pengaruh gravitasi terhadap GLB dan GLBB (soal no. 1), gaya sentripetal pada gerak melingkar (soal no. 2 dan 3) dan total gaya horisontal pada benda (soal no. 4).
4. HKN II meliputi konsep pengaruh gravitasi terhadap gerak objek (soal no. 5 dan 6), GLBB akibat gravitasi (soal no. 7) dan pengaruh perubahan gaya pada benda (soal no. 8).
5. HKN III meliputi konsep gaya aksi-reaksi (soal no. 9, 10, 11 dan 12).

Gambar 2. Grafik Persentase Penyebab Miskonsepsi yang Bersumber dari Siswa

Berdasarkan Gambar 2, sebagian besar persentase penyebab miskonsepsi yang bersumber dari siswa berasal dari faktor intuisi siswa yang salah (INT) untuk setiap konsep yang diujikan. Yang mana setiap konsep yang diujikan, faktor intuisi siswa yang salah melebihi 60%. Sedangkan faktor alasan yang tidak lengkap atau salah (ALS) dan faktor pemikiran asosiatif siswa (ASO) berkisar di bawah 40% untuk setiap konsep yang diujikan.

Dari hasil analisis konsepsi siswa yang dikategorikan sebagai miskonsepsi, maka penyebab miskonsepsi yang bersumber dari siswa dijabarkan sebagai berikut.

1. Pemahaman Siswa Terhadap Hukum I Newton Mengenai Konsep Pengaruh gravitasi terhadap GLB dan GLBB

Pada konsep pengaruh gravitasi terhadap GLB dan GLBB, di awal analisis tiap item soal didapatkan siswa yang menjawab benar sebesar 19,53%, yaitu kedua bola jatuh pada jarak yang sama. Sedangkan 5,47% dari masing-masing siswa memiliki konsepsi bahwa bola berat jatuh pada jarak kurang lebih setengah dari jarak jatuhnya bola ringan dan bola ringan jatuh pada jarak kurang lebih setengah dari jarak jatuhnya bola berat. 55,47% memiliki konsepsi bahwa bola berat jatuh lebih dekat dibandingkan bola ringan, tetapi jaraknya tidak harus setengahnya dan sisanya 14,06% memiliki konsepsi

bahwa bola ringan jatuh lebih dekat dibandingkan bola berat, tetapi jaraknya tidak harus setengahnya.

Hasil respon siswa cukup signifikan hingga mencapai 55,47% dengan konsepsi bahwa bola berat jatuh lebih dekat dibandingkan bola ringan. Hasil yang sama juga didapatkan oleh penelitian Syuhendri (2014: 65) ketika meneliti mahasiswa program pendidikan fisika di Universitas Sriwijaya, mengatakan bahwa 72,6% responden memilih jawaban bola berat jatuh lebih dekat dibandingkan bola ringan. Dalam hal ini terdapat keterkaitan konsepsi yang dialami siswa dan mahasiswa pada kasus bola berat dan ringan akibat pengaruh gravitasi pada GLB dan GLBB.

Berdasarkan tingkat pemahaman siswa, diperoleh siswa yang dikategorikan sebagai Paham Konsep Sebagian (PKS) sebesar 12,50%. Beberapa siswa memiliki konsepsi bahwa ketika kedua bola melaju dengan kelajuan yang sama, meskipun berat dari kedua bola tersebut berbeda, maka kedua bola akan menggelinding dan jatuh pada jarak yang sama. Sedangkan 5,47% siswa dikategorikan sebagai kategori Menebak (Mn), dikarenakan beberapa siswa memiliki konsepsi bahwa kedua bola yang menggelinding termasuk dalam Hukum Pertama Newton, dengan jarak tempuh bola akibat gravitasi bumi sama. Sisanya 82,03% siswa dikategorikan sebagai Miskonsepsi (MK) dengan konsepsi bahwa bola berat memiliki gaya gravitasi yang lebih cepat, maka bola berat menggelinding lebih pelan dan bola ringan menggelinding dengan cepat. Sehingga bola berat akan jatuh lebih dekat dari bola ringan. Tetapi jaraknya tidak harus setengahnya karena tergantung dari kemiringan meja atau kekuatan tangan saat menggelindingkan bola.

Siswa yang mengalami miskonsepsi berasal dari intuisi siswa yang salah mencapai 100%. Hal ini dikarenakan ketika memahami soal, siswa mengecek konsepsi tentang pengaruh massa terhadap waktu jatuh. Padahal terdapat variabel lain yang harus dicermati oleh siswa, yaitu mengenai konsep tentang gerak menggelinding, gerak parabola dari titik tertinggi dan konsep resultan gaya.

2. Pemahaman Siswa Terhadap Hukum III Newton Mengenai Konsep Interaksi Gaya Dua Objek

Pada konsep interaksi gaya dua objek, diperoleh 3,13% siswa dikategorikan Paham Konsep Lengkap (PKL). Beberapa siswa memiliki konsepsi bahwa ketika sebuah truk besar bertabrakan dengan sebuah mobil sedan, maka yang terjadi pada saat tabrakan ialah truk mengerjakan gaya terhadap sedan dan sedan mengerjakan gaya yang sama seperti gaya yang diberikan truk kepada sedan, tetapi berlawanan arah. Dalam hal ini sesuai dengan Hukum Ketiga Newton tentang aksi-reaksi.

10,16% siswa dikategorikan Paham Konsep Sebagian (PKS). 7,81% siswa dikategorikan Menebak (Mn), dimana siswa benar dalam memilih pilihan jawaban tetapi konsepsi yang dimiliki siswa salah terkait Hukum Ketiga Newton. Konsepsi yang dimiliki siswa adalah ketika truk dan sedan saling bertabrakan, maka truk yang akan mengerjakan gaya, sedangkan sedan tidak mengerjakan gaya sama sekali. 0,78% siswa

dikategorikan Kurang Paham Konsep (KPK), dimana konsepsi yang dimiliki siswa berupa pengulangan dari pertanyaan yang diberikan. Sedangkan 78,13% siswa dikategorikan mengalami Miskonsepsi (MK).

Penyebab miskonsepsi yang berasal dari faktor pemikiran asosiatif siswa mencapai 9,00%. Miskonsepsi ini dikarenakan siswa salah mengasosiasikan gaya dengan aksi atau gerakan. Siswa memiliki konsepsi bahwa truk mempunyai berat yang lebih besar daripada sedan, sehingga truk mengerjakan gaya terhadap sedan, sedangkan sedan tidak mengerjakan gaya terhadap truk. Dalam hal ini siswa menganggap bahwa gaya selalu menyebabkan gerakan. Ketika siswa tidak melihat suatu benda bergerak, maka siswa memastikan tidak terdapat gaya yang bekerja. Padahal dalam dunia fisika hal tersebut tidak selalu benar. Konsep yang benar adalah pada sedan tetap terjadi gaya, hanya saja gaya pada sedan tidak cukup kuat untuk menggerakkan sedan.

Penyebab miskonsepsi siswa juga berasal dari alasan yang tidak lengkap atau salah, dengan persentase sebesar 12,00%. Sebagian siswa memiliki konsepsi bahwa kasus tersebut terdapat keterkaitan dengan Hukum Kedua Newton, dimana benda yang mempunyai gaya yang lebih kecil, maka akan mengikuti benda yang mempunyai gaya yang lebih besar. Berdasarkan konsepsi siswa tersebut, dapat diketahui bahwa logika siswa salah dalam menarik suatu kesimpulan terkait Hukum Ketiga Newton mengenai konsep interaksi gaya dua objek. Pengamatan yang tidak teliti dapat menyebabkan kesimpulan yang salah dan mengakibatkan miskonsepsi.

Sedangkan penyebab miskonsepsi yang berasal dari faktor intuisi siswa yang salah mencapai 79,00%. Sebagian besar siswa memiliki konsepsi bahwa sebuah truk ketika bertabrakan dengan sedan, maka 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. Hasil yang sama juga terdapat pada penelitian Sudibyo (2013: 58) yang menyatakan bahwa sebagian besar mahasiswa menganggap bahwa benda dengan massa yang lebih besar maka akan menimbulkan gaya yang semakin besar dan responden masih memandang aksi-reaksi merupakan peristiwa yang terjadi pada *single* objek, serta aksi-reaksi sama dengan tumbukan. Pernyataan yang diungkapkan siswa dan mahasiswa tersebut merupakan pemikiran intuitif yang terkadang berasal dari pengamatan akan benda atau kejadian yang sering terjadi. Padahal secara konsep fisika, gaya yang dikerjakan truk terhadap sedan sama besar dengan gaya yang dikerjakan sedan terhadap truk. Hal ini sesuai dengan syarat terjadinya gaya aksi-reaksi pada Hukum Ketiga Newton yaitu berada pada titik tangkap yang berbeda, berlawanan arah, serta nilai gaya-gaya yang bekerja sama besar ($\vec{F}_{s,t} = -\vec{F}_{t,s}$).

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan konsepsi siswa terhadap Hukum Newton tentang pengaruh gaya pada

gerak benda menggunakan instrumen FCI termodifikasi sebagai berikut.

1. Konsepsi siswa terhadap Hukum Newton tentang pengaruh gaya pada gerak benda yang dikategorikan sebagai Paham Konsep Lengkap (PKL) sebesar 1,62%, Paham Konsep Sebagian (PKS) sebesar 9,37%, Menebak (Mn) sebesar 7,09%, Kurang Paham Konsep (KPK) sebesar 1,73%, Miskonsepsi (MK) sebesar 79,88% dan Tidak Paham Konsep (TPK) sebesar 0,31%.
2. Persentase penyebab miskonsepsi yang bersumber dari siswa meliputi pemikiran asosiatif siswa sebesar 2,96%, alasan siswa yang tidak lengkap atau salah sebesar 14,09%, intuisi siswa yang salah sebesar 82,96%, sedangkan untuk prakonsepsi siswa dan pemikiran humanistik siswa sebesar 0%.

Saran

Untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa yang lebih baik, maka peneliti memberikan saran kepada pembaca maupun peneliti selanjutnya sebagai berikut.

1. Dalam Proses Kegiatan Belajar Mengajar (KBM), sebaiknya menggunakan metode pembelajaran yang lebih diarahkan kepada pembelajaran konseptual dan berbasis pendekatan saintifik, sehingga siswa dapat menjelaskan suatu fenomena melalui konsep-konsep yang telah dipelajari.
2. Miskonsepsi yang selama ini berkembang, harus segera di atasi dengan mengetahui sumber penyebab miskonsepsinya. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang tindakan untuk mereduksi atau mengobati miskonsepsi siswa pada pelajaran fisika serta mendeteksi penyebab miskonsepsi siswa yang disebabkan oleh penyebab lainnya seperti, penyebab dari guru, buku teks, konteks dan metode mengajar yang dilakukan oleh pengajar ketika memberi bekal materi.
3. Dilakukan penelitian sejenis dengan menggunakan sampel yang lebih banyak, sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adodo, S O. 2013. "Effects of Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Assessment Items on Students' Learning Outcome in Basic Science Technology (BST)". *Academic Journal of Interdisciplinary Studies by MCSE-CEMAS-Sapienza University of Rome* . Vol. 2 (2): pp. 201-210.
- Arslan *et al.* 2010. Student Teachers' Levels of Understanding and Model of Understanding About Newton's Laws of Motion. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. Volume 11, Issue 1, Article 7, p.1.
- Cataloglu, Erdat and Salih Ates. 2013. The Effects of Cognitive Styles On Naïve Impetus Theory Application Degrees of Pre-Service Science Teachers. *International Journal of Science and Mathematics Education* 2013.

- Chandrasegaran dkk. 2007. "The Development of a Two-Tier Multiple-Choice Diagnostic Instrument for Evaluating Secondary School Students' Ability to Describe and Explain Chemical Reactions Using Multiple Levels of Representation". *This journal is The Royal Society of Chemistry Education Research and Practice*, pp. 293-307.
- Chen, Chung-Chih dkk. 2002. "Developing a Two-Tier Diagnostic Instrument to Assess High School Students' Understanding The Formation of Images by a Plane Mirror". *Proc. Natl. Sci. Coun. ROC(D)*. Vol. 12, No. 3: pp. 106-121.
- Fakhrudin dkk. 2012. "Analisis Penyebab Miskonsepsi Siswa pada Pelajaran Fisika di kelas XII SMA/MA Kota Duri". *Jurnal Pendidikan Matematika*. Vol. 3 (1): hal. 87-98.
- Halliday, David dkk. 2010. *Fisika Dasar, Edisi Ketujuh Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Hestenes, David dkk. 1992. "Force Concept Inventory". *The Physics Teacher* 30, March, pp. 141-158.
- Hestenes, David dan Ibrahim Halloun. 1995. "Interpreting the Force Concept Inventory A Response to Huffman and Heller". *This article appeared in The Physics Teacher* 33, pp. 502-506.
- Irmtraud Tuder and Woldron, Hildegard Urban. n.d. "Conceptual Understanding Of Newton's Second Law-Looking Behind The FCI" University of Vienna.
- Isliyanti, Arwan dan Rizal Kurniadi. 2011. Pembuatan Kumpulan Pembahasan Miskonsepsi pada Beberapa Topik Materi Mekanika. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains 2011 (SNIPS 2011)*, Bandung, 22-23 Juni 2011.
- Khotimah, Fina Nurul. 2014. *Identifikasi Miskonsepsi Siswa pada Konsep Archaeobacteria dan Eubacteria dengan Menggunakan Tes Diagnostik Pilihan Ganda Beralasan*. Skripsi di terbitkan. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Kilic, Didem and Necdet Saglam. 2009. "Development of a Two-Tier Diagnostic Test Concerning Genetics Concepts: The Study of Validity and Reliability". *Procedia Social and Behavioral Sciences* 1, pp. 2685-2686.
- Kuswana, Wowo Sunaryo. 2011. *Taksonomi Berpikir*. PT Remaja Rosda Karya: Bandung
- Lark, Adam. 2007. *Student Misconceptions In Newtonian Mechanics*. Thesis. Bowling Green State University.
- Lona, Defri Yanto. n.d. Analisis Hirarki Pemahaman Siswa Kelas XA SMA Negeri 5 Palu Pada Materi Hukum Newton: *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako (JPFT)*. Vol. 01 (01).
- Maunah, Nailul. 2014. *Pengembangan Two-tier Multiple Choice Diagnostic Test untuk Menganalisis Kesulitan Belajar Siswa Kelas X Pada Materi Suhu dan Kalor*. Skripsi tidak di terbitkan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Nur, Muhammad. 2008. *Pengajaran Berpusat Kepada Siswa dan Pendekatan Konstruktivis dalam Pengajaran*. Surabaya: Unipress Unesa.
- Pertiwi, Chyta Anindya dkk. 2014. "Studi Awal tentang Konsepsi Mekanika Newtonian Siswa Kelas XII dengan Menggunakan Instrumen *Force Concept Inventory* dan *Mechanics Baseline Test*". *Prosiding Seminar Nasional Fisika 2014 dengan Tema "Pembelajaran Inovatif dan Penguatan Materi Fisika Berorientasi Kurikulum 2013 dalam Rangka Dies Emas Unesa"*, Surabaya, 22 November 2014.
- Sarojo, Ganijanti Aby. 2002. *Seri Fisika Dasar Mekanika Edisi Pertama*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Sudibyo, Mochamad Imam. 2013. *Profil Konsepsi Hukum Newton dan Kecakapan Berpikir Kritis Mahasiswa Angkatan 2012 Kelas Internasional prodi Pendidikan Fisika FMIPA UNESA*. Skripsi tidak di terbitkan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suparno, Paul. 2013. *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep dalam Pendidikan Fisika*. Jakarta: PT.Grasindo.
- Suwarto. 2013. *Pengembangan Tes Diagnostik dalam Pembelajaran Panduan Praktis Bagi Pendidik dan Calon Pendidik*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Syuhendri. 2014. Konsepsi Alternatif Mahasiswa pada Ranah Mekanika: Analisis untuk Konsep Impetus dan Kecepatan Benda Jatuh. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*. Vol. 1 (1): pp. 56-57.
- Tayubi, Yuyu R. 2005. Identifikasi Miskonsepsi pada Konsep-Konsep Menggunakan Certainty of Response Index). *Jurnal Ilmiah Universitas Pendidikan Indonesia*. No. 3/XXIV/2005: Tidak diterbitkan.
- Young, Hugh D. and Roger A. Freedman. 2000. *University Physics Tenth Edition*. Addison Wesley Longman. Terjemahan Endang Juliasuti. 2002. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.