

DOI: doi.org/10.58797/pilar.0102.06

Pembelajaran Fisika Materi Mekanika Benda Tegar: Review Media, Model, dan Metode

Aisha Hanum Syahrial*, Wulan Deliana, Vina Dwi Cahyani,
Ahmad Fakhri Husaini

*Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jl. R.
Mangun Muka Raya, Jakarta Timur 13220, Indonesia*

*Corresponding Email: aishahanum02@email.com

Received: 19 Oktober 2022
Revised: 13 November 2022
Accepted: 12 Desember 2022
Online: 31 Desember 2022
Published: 31 Desember 2022

**Mitra Pilar: Jurnal
Pendidikan, Inovasi, dan
Terapan Teknologi**
p-ISSN: 2964-7622
e-ISSN: 2964-6014



Abstract

Rotational Dynamics is one of the physics subjects which is quite difficult for students. Several previous studies have shown students' difficulties on this topic. So, it causes students to experience misconceptions. Therefore, the purpose of compiling this article is to: (1) discover the causes and types of misconceptions; (2) know the methods, models, and media for learning physics on dynamic rotation and equilibrium of rigid bodies. The research method used is a literature review, with the keyword rigid body mechanics. In the results, there are several types of learning methods, models, and media, some examples are discovery learning models, problem-based learning models, scientific-based learning methods, experimental device methods, learning media in the form of videos, e-books, handouts, web, and so on. In retrospect, both the methods, models, and learning media that will be applied can effectively prevent or overcome misconceptions. The author hopes that in the future, there will be many innovative methods, media, and learning models as one of the efforts to educate the nation's children.

Keywords: dynamics of rotation and equilibrium of rigid bodies, media, methods, misconceptions, models.

Abstrak

Dinamika Rotasi merupakan salah satu mata pelajaran fisika yang cukup sulit bagi siswa. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan kesulitan siswa pada topik ini. Sehingga hal itu menimbulkan siswa mengalami miskonsepsi. Maka dari itu, tujuan disusun nya artikel ini adalah untuk: (1) mengetahui faktor penyebab dan jenis-jenis

miskonsepsi; (2) mengetahui metode, model, serta media pembelajaran fisika materi dinamika rotasi dan kesetimbangan benda tegar. Metode penelitian yang digunakan adalah berupa tinjauan literatur, dengan kata kunci mekanika benda tegar. Pada hasil terdapat beberapa jenis metode, model dan media pembelajaran, beberapa contohnya adalah model discovery learning, model problem based learning, metode pembelajaran berbasis saintifik, metode perangkat percobaan, media pembelajaran berupa video, e-book, handout, web, dan lain sebagainya. Jika ditinjau kembali, baik metode, model dan media pembelajaran yang akan diterapkan dapat efektif untuk mencegah maupun mengatasi miskonsepsi. Penulis berharap dimasa yang akan datang, banyak inovasi metode, media maupun model pembelajaran sebagai salah satu upaya untuk mencerdaskan anak bangsa.

Kata-kata kunci: dinamika rotasi dan kesetimbangan benda tegar, media, metode, miskonsepsi, model.

PENDAHULUAN

Pada dasarnya, fisika adalah ilmu pengetahuan yang menjelaskan tentang gejala alam berupa fakta, prinsip, dan hukum yang kebenarannya teruji melalui kegiatan dalam metode ilmiah. Fisika dikembangkan melalui ilmu bantu matematik untuk memahami gejala-gejala alam yang ditemukan di sekitar dan para fisikawan menyusun model matematik sebagai penyajiannya. Salah satu materi fisika yang ada di Sekolah Menengah Atas (SMA) adalah Mekanika Benda Tegar.

Pergerakan lengan robot, bola menggelinding, atau rantai jatuh dapat dicirikan oleh gerak benda tegar. Memahami dinamika gerak sangat penting dalam beberapa aplikasi termasuk robotika, interaksi manusia-robot, perencanaan, dan jugs grafis komputer. Secara tradisional, mekanika benda tegar dipelajari dalam kerangka mekanika klasik, yang mengandalkan pendekatan berbasis gaya atau berbasis energi. Pendekatan berbasis gaya melibatkan perhitungan semua gaya yang tidak diketahui berdasarkan persamaan kesetimbangan dan rumit jika dilakukan dalam struktur besar. Oleh karena itu, pendekatan berbasis energi perhitungan besaran skalar yang mewakili keadaan suatu sistem, dapat dilakukan dengan Lagrangian ($L = T - V$), yang merupakan selisih antara kinetika ($T(q, \dot{q})$) dan energi potensial ($V(q)$), atau Hamiltonian ($H = T + V$), yang mewakili energi total sistem.

Keterangan:

L = lagrangian/fungsi lagrangian

T = energi kinetika

V = energi potensial

H = hamiltonian

Lagrangian itu sendiri merupakan operasional untuk menentukan persamaan gerak dari energi potensial dan kinetik, bukan dengan keberadaan gaya di dalam pergerakan yang timbul. Lagrangian menjelaskan suatu kesatuan sistem secara menyeluruh dan berguna untuk mengatasi persoalan yang tidak dapat diselesaikan melalui hukum gerak Newton. Pengembangan mekanika lagrangian ini sendiri diperkenalkan oleh Joseph Louis Lagrange

pada tahun 1788. Dalam mekanika lagrangian, alur benda didapat dengan mencari jalur yang meminimalkan aksi, sebuah kuantitas yang merupakan integral dari Lagrangian sejalan dengan waktu.

Pencapaian hasil belajar siswa dalam mata pelajaran Fisika Sekolah Menengah Atas (SMA) di Indonesia masih belum memuaskan. Salah satu sebab rendahnya pencapaian hasil belajar siswa pada mata pelajaran Fisika, diduga siswa mengalami miskonsepsi (Paul Suparno, 2005). Miskonsepsi inilah yang menjadi sumber keraguan bagi siswa ketika bertentangan dengan konsep baru yang dipelajarinya yang kemudian menjadi ragu-ragu (Gonen & Kocakaya, 2006). Miskonsepsi timbul akibat pengetahuan awal siswa belum sesuai dengan cara pemikiran ilmiah, tetapi berdasarkan perasaan (commonsense).

Miskonsepsi adalah kesalahanpemahaman dalam menghubungkan suatu konsep dengan konsep-konsep yang lain, antara konsep yang baru dengan konsep yang sudah ada dalam pikiran siswa, sehingga terbentuk konsep yang salah dan bertentangan dengan konsepsi para ahli Fisika. Penyebab miskonsepsi fisika ada lima bagian, yaitu siswa, guru, bahan ajar atau literatur, konteks, dan metode mengajar.

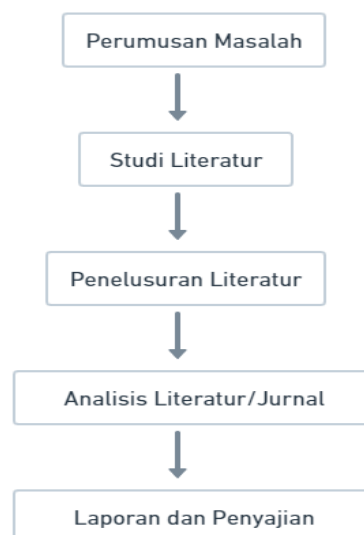
Dalam pembelajaran fisika, pendidik menggunakan metode, model, media, dsb untuk menunjang pembelajaran fisika yang diharapkan. Ilmu fisika merupakan ilmu yang mempelajari kejadian nyata pada kehidupan sehari-hari, yang berarti fisika tidak hanya tentang menghafal rumus persamaan and teori saja, melainkan juga harus mengerti aplikasi atau makna fisis materi tersebut ke dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu materi mata pelajaran fisika kelas XI yakni materi Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar, termasuk ke dalam materi yang sulit. Berdasarkan penelitian Aprilianingrum (2015), pemahaman konsep terhadap materi dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar masih tergolong rendah dan menemukan adanya miskonsepsi pada peserta didik SMA. Miskonsepsi yang terjadi antara lain: (1) konsep keseimbangan statis, (2) konsep energi kinetik dalam gerak menggelinding, (3) hubungan momen gaya dan percepatan sudut, dan (4) konsep momen inersia. Sehingga diperlukan upaya perbaikan dari segi cara pembelajaran, media, metode, dsb untuk mendukung proses pembelajaran. Hal tersebut untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik terhadap materi dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar. Melihat banyaknya peserta didik yang merasa kesulitan dengan materi dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar sehingga menyebabkan para peserta didik miskonsepsi. Penelitian ini bertujuan untuk membantu para pendidik untuk menentukan metode, model serta media pembelajaran untuk materi dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar, sehingga pendidik dapat menerapkan metode, media dan model pembelajaran yang tepat agar peserta didik dapat memahami pembelajaran dengan baik dan tidak mengalami kesalahan konsep. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kepada para pendidik untuk dapat menentukan baik metode, model maupun media pembelajaran agar para peserta didik tidak mengalami miskonsepsi.

METODE

Metode yang digunakan pada pembuatan artikel ini adalah dengan menggunakan tinjauan literasi. Metode studi literatur adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengolah bahan penelitian. Referensi jurnal artikel yang kami dapatkan berjumlah 36 jurnal artikel, dengan 10 jurnal artikel internasional dan 26 jurnal artikel nasional. Pertama, kami menggunakan kata kunci mekanika benda tegar pada pembelajaran fisika untuk mencari referensi yang terkait. Jurnal yang kami dapatkan memiliki periode waktu publikasi dari rentang tahun 1980 hingga tahun

terbaru, yakni 2022. Lalu, kami membaca dan mengumpulkan informasi mengenai apa saja media, model, dan metode yang bisa dan sudah digunakan untuk meningkatkan pemahaman dalam materi Mekanika Benda Tegar pada pembelajaran fisika. Hal ini dilakukan karena menurut Ni'mah (2018) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa pada konsep dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar seringkali terjadi miskonsepsi pada submateri momen gaya, momen inersia, gerak menggelinding, energi kinetik benda tegar, energi kinetik pada gerak menggelinding dan meluncur, hukum kekekalan momentum sudut, keseimbangan statis, jenis-jenis keseimbangan dan titik berat. Representasi visual yang lebih baik dapat membantu siswa dalam mengarahkan besaran-besaran fisika untuk menentukan persamaan matematis, sehingga kemampuan representasi matematis juga akan mengalami peningkatan. Adapun kemampuan matematis juga membantu siswa dalam mengarahkan bahasa soal untuk memahami arti fisis sehingga kemampuan representasi verbal juga akan mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan matematis dan verbal juga mengalami peningkatan meskipun dalam kategori sedang dan saling berkaitan dengan kemampuan representasi visual.

Alur penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Media Pembelajaran pada Mekanika Benda Tegar

No	Media Pembelajaran	Definisi	Sumber
1	Pembelajaran video kontekstual	Disajikan dalam video penjelasan menggunakan uraian gaya dan animasi.	Rofiah, (2021), <i>Jurnal Pendidikan Fisika</i> , 9(2).
2	Media Charta	Media visual yang berfungsi untuk menyajikan konsep dan ide yang sulit bila disajikan secara tertulis saja, sebagai contoh menggunakan flanelgraf yang berupa guntingan-guntingan gambar atau tulisan yang pada bagian belakangnya dilapisi ampelas.	Astri, (2018), <i>Unnes Physics Education Journal</i> , 7(3).

No	Media Pembelajaran	Definisi	Sumber
3	Media Pembelajaran Handout	Bahan tertulis yang disiapkan oleh pendidik untuk menambah pengetahuan peserta didik, yang terdiri dari: Pendahuluan, Peta Konsep, Uraian, Materi, Contoh Soal, Soal Latihan, Rangkuman, Soal evaluasi, dan Soal Evaluasi, Daftar Pustaka.	Hesti, (2016), <i>Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika</i> , 3(2).
4	Modul fisika berbasis ilmiah	Bahan ajar yang berisi kegiatan mengamati fenomena di dalam kehidupan sehari-hari yang disajikan dalam bentuk gambar maupun narasi, kemudian siswa diminta untuk menjawab pertanyaan, mencari informasi tentang fenomena tersebut, melakukan eksperimen, menganalisis dan membuat kesimpulan terhadap fenomena tersebut.	Dhimas, (2017), <i>Journal of Education and Learning</i> , 11(2).
5	Virtual Laboratory	Bentuk objek multimedia interaktif yang terdiri dari teks, suara, gambar, animasi, video, serta grafik yang berbentuk seperti simulasi.	Yuma, (2020), <i>Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika</i> , 7(1).
6	Arduino Uni	Alat ini juga bisa diprogram untuk mengeluarkan output sinyal seperti keinginan pemrogram. Dengan Arduino Uni, pada saat pengambilan data praktikum, aktivitas tersebut akan terekam dan hasilnya dapat dibaca.	Dian, (2022), <i>Jurnal Pendidikan Indonesia</i> , 3(2).
7	Pengembangan LKPD	Salah satu bahan ajar yang bisa dibuat oleh pendidik adalah lembar kerja peserta didik (LKPD). LKPD akan memberikan visualisasi terhadap materi yang dipelajari. LKPD dapat membantu peserta didik menemukan dan memahami konsep secara mandiri.	Novia, (2021), <i>Journal of Natural Science and Integration</i> , 4(2).
8	Media Pembelajaran Berbasis Web	Media pembelajaran berbasis web termasuk media teknologi mutakhir berbasis mikroprosesor dan akan dikembangkan dengan format media gabungan antara hypermedia (Merupakan sebuah media yang tidak hanya memuat teks tetapi juga meliputi gambar, animasi, bunyi, yang interaktif) bersifat komunikasi dua arah.	Gusti, (2013), <i>Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan</i> , 4(2).
9	Media Pocket Book Berbasis Eksperimen	Media yang berukuran pocket book 10 cm x 12 cm dan isinya terdiri dari cover, materi, contoh soal serta pembahasannya, contohnya dalam kehidupan sehari-hari serta praktikum	Nursaida, (2020), <i>Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika</i> , 6(2).

No	Media Pembelajaran	Definisi	Sumber
10	Virtual Physics World	yang menggunakan alat-alat sederhana yang mudah di temukan dalam kehidupan sehari-hari. Merupakan suatu aplikasi pembelajaran berisi model dan simulasi fenomena fisika dalam kehidupan sehari-hari yang dirancang untuk membelajarkan materi fisika. Aplikasi ini merupakan virtualisasi dari kegiatan pembelajaran fisika yang meliputi aktivitas pengamatan dan analisis untuk membangun konsep fisika serta penerapan konsep yang didapatkan dalam kehidupan sehari-hari.	Megawati, (2018), <i>Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan</i> , 5(2).

Tabel 2. Model Pembelajaran pada Mekanika Benda Tegar

No	Model Pembelajaran	Definisi	Sumber
1	Model POE ₂ WE	Model pembelajaran <i>Prediction, Observation, Explanation, Elaboration, Write dan Evaluation</i> (POE ₂ WE) adalah model pembelajaran yang dikembangkan untuk mengetahui pemahaman siswa mengenai suatu konsep dengan pendekatan konstruktivistik.	Lena, (2020).
2	Model Discovery Learning	Proses pembelajaran yang melibatkan semua siswa aktif dalam pembelajaran, karena dalam proses discovery learning ada sintak-sintak pembelajaran yang mengarahkan siswa mulai merangsang keingin tahuannya, kemudian dilanjutkan anak mulai proses menalar, kemudian anak mencoba dan akhirnya anak mampu menkomunikasikan apa yang dipelajari.	Nur, (2020), <i>Jurnal Revolusi Pendidikan</i> , 3(1).
3	Model PBL	Model PBL menimbulkan tantangan bagi siswa untuk menyusun strategi membuktikan hipotesisnya. Setelah strategi tersebut digunakan, guru berperan untuk mendukung siswa dalam melakukan sintesis konsep baru melalui pertanyaan-pertanyaan pendukung (scaffolding).	Masta, (2015), <i>Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran</i> , 4(3).
4	Model Pembelajaran TPSq Berbantuan Media Animasi	Think-Pair-Square adalah model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa mendiskusikan ide-ide mereka dan memberikan suatu pengertian bagi mereka untuk melihat cara lain dalam menyelesaikan masalah.	Zulfa, (2019), <i>Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa</i> , 8(11).

Tabel 3. Metode Pembelajaran pada Mekanika Benda Tegar

No	Metode Pembelajaran	Definisi	Sumber
1	Metode Perangkat Percobaan	Set tindakan dan pengamatan, yang dilakukan untuk mengecek atau menyalahkan hipotesis atau mengenali hubungan sebab akibat antara gejala.	Zulirfan, (2011), <i>Jurnal Pendidikan</i> , 2(2).
2	Metode Pembelajaran Berbasis Saintifik	Pembelajaran fisika dengan pendekatan saintifik mengedepankan siswa memperoleh konsep melalui kegiatan secara aktif dan bersentuhan langsung terhadap fenomena pada kehidupan sehari-hari sehingga dapat meningkatkan hasil belajar siswa.	Setyawan, (2017), <i>Journal of Education and Learning</i> , 11(2).
3	Metode Pembelajaran Berbasis Eksperimen	Cara penyajian pelajaran, dimana siswa melakukan percobaan dengan mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajari.	Setyawan, (2017), <i>Journal of Education and Learning</i> , 11(2).

Secara umum, gerak benda tegar terdiri dari gerak rotasi terhadap suatu garis lurus dan diikuti dengan gerak translasi pada garis lurus tersebut. Gerak benda tegar pada umumnya disebut gerak sekrup (*screw motion*) dan *twist*. Pada materi kesetimbangan benda tegar, siswa harus memahami konsep benda tegar melalui operasi matematis vektor sekaligus menggunakan gabungan gerak translasi dan rotasi. Kesulitan siswa dalam menyelesaikan masalah kesetimbangan dan dinamika rotasi dalam mekanika benda tegar disebabkan oleh kurangnya pemahaman konsep dan ketidakmampuan menerapkan prosedur matematis untuk menyelesaikan masalah. Representasi vektor yang salah juga bisa menjadi kesulitan bagi siswa pada saat mengerjakan soal. Selain itu, masalah dalam pemahaman konsep dapat berdampak pada prosedur matematis yang salah karena konsep yang mendasari masalah menentukan penerapan prosedur matematis yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah. Untuk mengatasi masalah ini, dibutuhkan strategi pembelajaran baik dari metode, model, ataupun media yang fokus untuk mengatasi kesulitan siswa dalam pemahaman konsep maupun dalam pemecahan masalah.

Menurut Reyza (2015), gaya belajar juga tentu sangat berpengaruh pada tercapainya tujuan pembelajaran. Gaya belajar merupakan kombinasi dari cara siswa saat menyerap, mengatur, dan mengolah informasi. Gaya belajar itu sendiri terdiri dari gaya belajar visual, gaya belajar auditori, dan gaya belajar kinestetik. Gaya belajar visual dicirikan oleh teratur, memperhatikan segala sesuatu, menjaga penampilan, mengingat dengan gambar, lebih suka membaca daripada dibacakan, dan mengingat apa yang dilihat. Gaya belajar auditori bercirikan perhatian mudah pecah, berbicara dengan pola berirama, belajar dengan cara mendengarkan, menggerakkan bibir/bersuara pada saat membaca, berdialog secara internal dan eksternal. Sedangkan gaya belajar kinestetik bercirikan menyentuh orang lain dan berdiri berdekatan, banyak bergerak, belajar dengan melakukan, menunjuk tulisan pada saat membaca, menanggapi secara fisik, serta mengingat sambil berjalan dan melihat. Gaya belajar bersifat individual dan tidak bisa dipaksa oleh apapun. Dengan menggunakan gaya belajar yang sesuai, siswa akan merasa paling efektif dan efisien dalam proses pembelajaran yang tentunya akan memudahkan dalam hal memproses, menyimpan, dan mengingat kembali tentang apa yang

sudah mereka pelajari. Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran, guru juga lebih baik melayani siswa dengan ketiga gaya belajar tersebut.

Dalam pembelajaran fisika pengenalan konsep dan prinsip fisika dapat ditemukan peserta didik melalui kegiatan pembelajaran yang mendukung pembentukan pemahaman konseptual. Kegiatan pembelajaran dapat direncanakan dengan memilih model dan pendekatan yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Salah satu model yang menekankan pada tujuan akhir pembelajaran dalam hal pemahaman konsep materi adalah model Discovery Learning.

Selain itu terdapat model pembelajaran lain disebut sebagai Instruksi Pemodelan. Instruksi pemodelan adalah pendekatan yang efektif meningkatkan pemahaman siswa. Model ini sejalan dengan teori konstruktivistik dan teori model kognitif Modeling Instruction adalah salah satu pembelajaran dimana siswa diajak untuk membangun model berdasarkan pemahaman awal siswa. Siswa secara tidak langsung mempelajari konsep kesatuan fisika. Pembelajaran ini dapat meningkatkan pemahaman siswa dengan baik.

Selain model pembelajaran, bahan ajar juga sangat penting dalam suatu pembelajaran. E-book adalah versi digital dari buku cetak tradisional yang dibaca di komputer pribadi atau desktop, laptop, smartphone, tablet, atau pembaca e-book. Belakangan ini, e-book didesain dengan fitur yang lebih interaktif seperti audio, video, slideshow, dan galeri gambar. Pengertian e-book secara harfiah telah didefinisikan secara luas yaitu e-book sebagai bagian dari buku cetak yang dapat ditampilkan pada komputer desktop, laptop, smartphone, tablet atau e-book reader. Desainnya yang identik dengan buku cetak biasa ditambah dengan format elektronik menyebabkan pembelajar mengalami kelelahan mata secara signifikan, mata kering, mata tidak nyaman, sakit kepala dan gejala visual lainnya sehingga pengguna cenderung membaca dengan cepat atau hanya mencari-cari poin-poin tertentu.

Penguasaan konsep siswa yang dibelajarkan dengan pembelajaran berbasis multimedia interaktif eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang diajar secara konvensional. Rata-rata tingkat penguasaan konsep siswa pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan multimedia interaktif efektif mendukung proses pembelajaran fisika bagi calon guru mengembangkan media pembelajaran pada materi dinamika rotasi. Media dibuat dengan menggunakan software Photoshop, Corel Draw dan Macromedia Flash. Media ini terdiri dari halaman pembuka yang berisi kompetensi, materi, permainan, evaluasi dan halaman kreator. Media ini menampilkan gambar, animasi yang berkaitan dengan materi pelajaran dan permainan yang menarik minat siswa dalam belajar fisika.

Media Pembelajaran

Berdasarkan penelitian Rofiah (2021), salah satu penunjang pembelajaran pada materi Benda Tegar ialah menggunakan pengembangan media pembelajaran berupa video berbasis kontekstual yang disajikan dalam video penjelasan menggunakan uraian gaya dan animasi. Media video ini merupakan media penunjang saat proses pembelajaran. Peserta didik dapat mengetahui kaitan materi dengan kejadian dalam kehidupan sehari-hari. Media ini dapat digunakan sebagai pembelajaran secara mandiri karena dalam media ini sudah terdapat isi yang lengkap. Dalam media ini, selain terdapat penjelasan materi beserta penerapannya, juga terdapat percobaan sederhana, contoh soal serta pembahasannya.

Video penjelasan yang menggunakan animasi mendapatkan viewer lebih banyak daripada video dengan tulisan saja. Dari sini dapat diketahui bahwa peserta didik lebih berminat dengan penjelasan yang disajikan menggunakan gambaran/animasi seperti pada video Dinamika Benda Tegar dengan viewer lebih dari 127.000. Hasil rata-rata skor semua aspek media video

berbasis kontekstual pada materi dinamika rotasi dan kesetimbangan benda tegar oleh ahli media yaitu 4.64 dan oleh ahli materi 4.61 dari skor maksimum 5. Hasil analisis kuantitatif respon peserta didik, didapatkan skor rata-rata penilaian kelayakan media video berbasis kontekstual keseluruhan aspek adalah 4.27 atau dapat dikategorikan baik. Hasil data kualitatif berupa saran atau komentar mengenai media video yang rata-rata tertarik dengan media video tersebut. Hal ini dapat diartikan bahwa media video berbasis kontekstual pada materi dinamika rotasi dan kesetimbangan benda tegar bisa digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

Selain itu, juga terdapat model pembelajaran menggunakan media charta (Astri, 2018). Media charta adalah media visual yang berfungsi untuk menyajikan konsep dan ide yang sulit bila disajikan secara tertulis saja. Dengan menggunakan media charta, perhatian siswa dapat dirangsang dan dapat membantu siswa itu sendiri untuk memahami dan mengingat isi informasi bahan-bahan verbal yang menyertainya. Media charta digunakan juga untuk meningkatkan kemampuan multirepresentasi siswa pada materi Kesetimbangan dan Dinamika Rotasi. Media ini bisa digunakan dengan cara menyajikan gambar lingkaran secara terpisah dan terstruktur. Selain itu, bisa digunakan flanelgraf yang berupa guntingan-guntingan gambar atau tulisan yang pada bagian belakangnya dilapisi ampelas. Guntingan gambar ini ditempelkan pada papan berlapis flanel yang berbulu sehingga bisa melekat. Gambar-gambar yang moveable bisa membuat siswa tertarik dan bisa membuat siswa berperan aktif untuk memindahkan objek gambar tersebut. Pembelajaran menggunakan media ini juga bisa diatur sesuai kebutuhan, yakni secara individu maupun kelompok. Hasil dari penelitian ini ialah media pembelajaran berupa media Charta Free Body Diagram (FBD) yang Moveable dan Petunjuk Penggunaannya. Implementasi Charta FBD ini dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan multirepresentasi siswa pada materi Kesetimbangan dan Dinamika Rotasi.

Besar peningkatan yang didapatkan setelah menggunakan media charta secara keseluruhan memperoleh nilai *n-gain* 0.55 yang termasuk ke dalam kriteria sedang. Hasil uji *n-gain* di tiap aspek kemampuan multirepresentasi pada kemampuan representasi visual sebesar 0.73 (tinggi), representasi matematis sebesar 0.54 (sedang), dan representasi verbal sebesar 0.35 (sedang). Sedangkan nilai rata-rata pretest yang sudah dilakukan sebesar 26.39 dan posttest sebesar 66.94. Dapat dilihat dengan jelas perbedaan peningkatan kemampuan multirepresentasi saat pretest dan posttest. Hal ini menunjukkan bahwa setelah menggunakan charta, siswa bisa lebih baik dalam membuat representasi baru khususnya representasi visual. Menurut Hesti (2016), dalam suatu pembelajaran khususnya pembelajaran fisika, dibutuhkan suatu pembelajaran dengan menggunakan pendekatan kontekstual, yakni pendekatan yang membangun motivasi siswa dalam mengaitkan materi yang dipelajari dengan konteks yang relevan. Sehingga perlu mengembangkan sebuah produk Pendidikan berupa *Handout* terkait dengan pendekatan kontekstual. *Handout* adalah bahan tertulis yang disiapkan oleh pendidik untuk menambah pengetahuan peserta didik. *Handout* juga bisa membantu siswa untuk belajar mandiri meski tidak berada dalam proses pembelajaran di sekolah. Sedangkan pembelajaran kontekstual itu sendiri adalah konsep belajar yang mengaitkan materi pembelajaran dengan suasana dunia nyata ataupun penerapan dalam kehidupan sehari-hari. ajar. Bahan ajar ini terdiri dari: Pendahuluan, Peta Konsep, Uraian, Materi, Contoh Soal, Soal Latihan, Rangkuman, Soal evaluasi, dan Soal Evaluasi, Daftar Pustaka. *Handout* yang sudah dihasilkan lalu dilakukan evaluasi oleh ahli dan didapatkan hasil validasi *expert review* sebesar 3.88 yaitu dalam kategori valid. Dengan demikian, bahan ajar yang dikembangkan ini layak untuk diuji coba. Uji praktikalitas dilakukan sebanyak dua kali, yakni pada tahap *one-to-one evaluation* oleh tiga siswa, lalu didapatkan bahwa *handout* dinamika rotasi dan kesetimbangan benda tegar memiliki rata-rata presentase 87.80%, sedangkan hasil pada uji coba *small group*

evaluation oleh sembilan siswa sebesar 88.31%, sehingga handout ini memenuhi kriteria sangat praktis. Akan tetapi, handout ini belum bisa digunakan untuk mengukur efektifitas dari pembelajaran dan hasil belajar siswa karena belum dilakukan uji coba tahap *fieldtest*.

Dhimas (2017) juga melakukan penelitian menggunakan modul fisika berbasis ilmiah yang dilakukan dengan membagi siswa menjadi dua kelompok, yakni kelompok A berjumlah 25 siswa yang menggunakan modul fisika berbasis ilmiah dan kelompok B berjumlah 28 siswa menggunakan buku pegangan yang dimiliki siswa. Penelitian ini dilakukan selama 6 minggu dan diawali dengan melakukan pretest. Lalu setelah melakukan pembelajaran, dilakukan kembali posttest pada kedua kelompok belajar dan didapatkan nilai *n-gain* pada kelompok A sebesar 0.50 sedangkan pada kelompok B sebesar 0.46. Perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa selama pembelajaran menggunakan modul dan tanpa menggunakan berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Penggunaan modul fisika dengan pendekatan ilmiah yang disertakan dalam pembelajaran telah membuat siswa menjadi lebih aktif. Kegiatan yang ada pada modul yaitu mengamati fenomena di dalam kehidupan sehari-hari yang disajikan dalam bentuk gambar maupun narasi, kemudian siswa diminta untuk menjawab pertanyaan, mencari informasi tentang fenomena tersebut, melakukan eksperimen, menganalisis dan membuat kesimpulan terhadap fenomena tersebut. Lalu, hasil yang diperoleh melalui diskusi akan dipresentasikan oleh siswa tersebut. Siswa pada akhirnya telah melakukan pembelajaran aktif sesuai dengan langkah pendekatan ilmiah.

Menurut Lena (2020), ada beberapa materi kesetimbangan benda tegar yang masih sulit dipahami oleh siswa, yakni momen inersia, momen gaya, dan titik berat. Pada materi momen inersia, siswa memiliki kesulitan dalam penentuan arah dan besarnya jarak partikel ke posisi sumbu putar. Pada pembelajaran fisika juga tidak bisa terlepas dari yang namanya praktikum. Menurut Stepanus (2013), praktikum yang bisa dilakukan pada materi benda tegar adalah menentukan momen inersia menggunakan metode bandul fisis. Metode yang digunakan memang cukup sederhana, tetapi cukup baik untuk mengukur besar momen kelembaban suatu benda dan tentunya bisa menunjang pembelajaran fisika pada materi benda tegar. Hasil dari praktikum yang dilakukan juga diharapkan dapat memberikan andil dalam pengembangan peralatan laboratorium fisika. Karena seperti yang kita tau, pelajaran fisika juga memiliki laboratorium sebagai tempat pengujian atau pembuktian dari beberapa materi yang ada di pelajaran fisika tersebut.

Menurut Yuma (2020), pengajar juga dituntut untuk bisa menciptakan suasana pembelajaran yang menyenangkan (*enjoyable learning*), mampu menciptakan motivasi dan minat belajar siswanya. Salah satu pembelajaran menyenangkan yang menjadi trend akhir-akhir ini ialah pembelajaran berbasis *virtual laboratory*. *Virtual laboratory* adalah bentuk objek multimedia interaktif yang terdiri dari teks, suara, gambar, animasi, video, serta grafik. Secara umum, *virtual laboratory* berbentuk seperti simulasi, yang dimaksudkan untuk mentransfer pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural. Pemanfaatan laboratorium virtual pada proses pembelajaran menjadikan proses pembelajaran lebih efektif baik dari segi waktu maupun peningkatan prestasi belajar siswa.

Untuk menunjang pembelajaran fisika materi kesetimbangan benda tegar dan momen inersia, Dian (2022) merancang sebuah alat berbasis Arduino Uno sebagai pusat pemroses input sinyal elektronik menjadi output sinyal elektronik yang dibutuhkan. Input berupa sinyal elektronik ini biasanya berasal dari sensor. Sedangkan output sinyal elektronik berupa komponen aktuator seperti motor DC. Alat ini juga bisa diprogram untuk mengeluarkan output sinyal seperti keinginan pemrogram. Dengan Arduino Uno, pada saat pengambilan data praktikum, aktivitas tersebut akan terekam dan hasilnya dapat dibaca. Dari hasil yang diperoleh inilah, para siswa dapat mengetahui konsep-konsep dari kesetimbangan benda tegar dan momen

inersia terkait hubungan massa dan jarak massa dari pusat rotasi terhadap besar momen inersia. Pengujian alat ini dilakukan pada peserta didik kelas XI sejumlah 13 orang. Sebelum pengimplementasian alat dilakukan, pemahaman para siswa tentang konsep kesetimbangan benda tegar masih sangat minim dengan didapatkan miskonsepsi rata-rata sebesar 30.19% melalui pretest. Namun setelah melakukan implementasi, terjadi peningkatan pemahaman yang cukup signifikan. Hal ini dapat dilihat melalui hasil posttest, di mana siswa mengerjakan kembali soal yang sama seperti pretest. Hasil yang didapatkan saat posttest adalah rata-rata sebesar 69.81%. berdasarkan hasil pretest dan posttest, juga didapatkan nilai n-gain sebesar 0.32% sehingga didapatkan kesimpulan bahwa pengimplementasian alat ini cukup efektif dalam membantu peningkatan pemahaman siswa dalam konsep kesetimbangan benda tegar.

Salah satu bahan ajar yang bisa dibuat oleh pendidik adalah lembar kerja peserta didik (LKPD). LKPD akan memberikan visualisasi terhadap materi yang dipelajari (Pratama, 2019). LKPD yang dipakai dalam proses belajar sebaiknya dirancang sendiri oleh pendidik, dikarenakan pendidik yang mengetahui karakteristik peserta didik adalah pendidik itu sendiri. LKPD dapat membantu peserta didik menemukan dan memahami konsep secara mandiri.

Selain penggunaan LKPD, pada proses pembelajaran, guru menggunakan strategi yang berbagai macam. Penggunaan strategi belajar dapat dibantu dengan media pembelajaran seperti LKPD. Strategi pembelajaran dapat berupa model, metode dan pendekatan. Proses pembelajaran yang bisa dilakukan oleh guru di sekolah yaitu model pembelajaran Problem Based Learning (PBL).

Pemilihan model pembelajaran dalam pengembangan LKPD yang tepat sangat diperlukan dalam proses pembelajaran yang baik.

Media pembelajaran berbasis web termasuk media teknologi mutakhir berbasis mikroprosesor dan akan dikembangkan dengan format media gabungan antara hypermedia (Merupakan sebuah media yang tidak hanya memuat teks tetapi juga meliputi gambar, animasi, bunyi, yang interaktif) bersifat komunikasi dua arah.

Web atau sering disebut dengan WWW yang merupakan kepanjangan dari World Wide Web adalah sarana mutakhir untuk mengarungi cyberspace. Web merupakan pelayanan internet terdistribusi dengan konsep hypertext antar dokumen yang berkaitan dengan bahasa HTML (Hyper Text Markup Language) untuk format dokumen (Khoe Yao Tung, 2000).

Kelebihan Pembelajaran Web:

Kemampuan teknik untuk menembus batasan waktu dan tempat

Pengajar dapat dengan mudah dalam melakukan pembaharuan terhadap materi pembelajaran atau informasi yang akan disampaikan

Mempermudah hubungan antara pembelajar dengan narasumber

Terbukanya kesempatan yang sangat luas untuk mempelajari budaya lain.

Kelemahan Pembelajaran Web:

1. Terpisahnya antara pengajar dan pembelajar, sehingga menjadikan interaksi antara pengajar dan pembelajar menjadi berkurang.

Tidak semua tempat tersedia fasilitas internet (mungkin hal ini berkaitan dengan masalah tersedianya listrik, telepon, ataupun komputer).

Proses pembelajaran dan mengajarnya cenderung ke arah pelatihan daripada pendidikan yang lebih menekankan pada aspek pengetahuan atau psikomotor dan kurang memperhatikan aspek afektif.

Model Pembelajaran

Model pembelajaran yang dapat diterapkan adalah model pembelajaran POE₂WE. Model pembelajaran *Prediction, Observation, Explanation, Elaboration, Write* dan *Evaluation* (POE₂WE) adalah model pembelajaran yang dikembangkan untuk mengetahui pemahaman siswa mengenai suatu konsep dengan pendekatan konstruktivistik. Sebagai model yang digunakan untuk membangun pengetahuan, model ini memiliki proses yang berurutan, yaitu meramalkan atau memprediksi solusi dari permasalahan, melakukan eksperimen untuk membuktikan prediksi, kemudian menjelaskan hasil eksperimen yang diperoleh secara lisan maupun tertulis, membuat contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari, menuliskan hasil diskusi dan memuat evaluasi tentang pemahaman peserta didik baik secara lisan maupun tertulis.

Pada model ini, siswa akan menjadi subjek di dalam pembelajaran. Siswa tidak akan menemukan konsep dari menghafal buku materi ataupun penjelasan guru, melainkan secara aktif menemukan suatu konsep melalui pengamatan secara langsung. Model pembelajaran ini memungkinkan siswa untuk aktif dalam proses pembelajaran, memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuannya, mengkomunikasikan pemikirannya, dan menuliskan hasil diskusinya sehingga siswa tersebut bisa lebih menguasai dan memahami konsep yang berpengaruh pada peningkatan prestasi belajar siswa itu sendiri.

Langkah-langkah model pembelajaran POE₂WE adalah sebagai berikut:

1. *Prediction*

Pada tahapan ini, siswa membuat prediksi terhadap suatu permasalahan yang ditemukan dari pertanyaan dan gambar tentang materi yang disampaikan oleh guru melalui Lembar Kerja Siswa (LKS) ataupun buku. Guru juga bisa mengajukan pertanyaan atau jawaban yang bisa mendorong siswa untuk dapat membuat prediksi atau jawaban sementara dari suatu permasalahan.

2. *Observation*

Tahap ini adalah tahap pembuktian dari prediksi yang sudah buat. Siswa melakukan suatu eksperimen yang berkaitan, lalu mengamati apa yang terjadi dan menguji kebenaran dari dugaan sementara yang telah dibuat.

3. *Explanation*

Tahap ini, siswa beserta anggota kelompoknya menjelaskan tentang hasil eksperimen yang sudah didapatkan. Jika hasil eksperimen sesuai dengan prediksi yang dibuat, maka guru membimbing dan memberi penguatan terhadap hasil eksperimen. Namun jika tidak, guru bisa menjelaskan mengapa prediksi atau dugaannya tidak benar.

4. *Elaboration*

Pada tahap ini, siswa membuat contoh atau menerapkan konsep ke dalam kehidupan sehari-hari. Peran guru pada tahap ini adalah mendorong siswa untuk menerapkan konsep baru dalam situasi baru sehingga siswa bisa lebih memahami konsep yang sedang diajarkan.

5. *Write*

Pada tahap ini, siswa menuliskan hasil diskusi, hasil eksperimen, membuat kesimpulan dan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada pada LKS.

6. *Evaluation*

Pada tahap ini, guru melakukan evaluasi terhadap pengetahuan, keterampilan, dan perubahan proses berfikir pada siswa baik secara lisan maupun tulisan.

Model pembelajaran *discovery learning* merupakan proses pembelajaran yang melibatkan semua siswa aktif dalam pembelajaran, karena dalam proses *discovery learning* ada sintak-sintak pembelajaran yang mengarahkan siswa mulai merangsang keingin tahunya, kemudian dilanjutkan anak mulai proses menalar, kemudian anak mencoba dan akhirnya anak mampu menkomunikasikan apa yang dipelajari. Model pembelajaran seperti *discovery learning* ini sangat cocok untuk diterapkan dalam mempelajari materi rotasi benda tegar.

Menurut Syah (2004) dalam mengaplikasikan metode *Discovery Learning* di kelas, ada beberapa prosedur yang harus dilaksanakan dalam kegiatan belajar mengajar secara umum sebagai berikut.

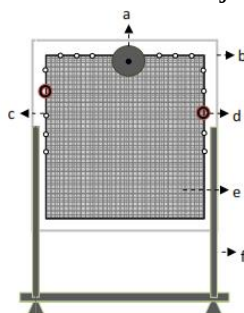
1. Stimulasi/pemberian rangsangan
2. Pernyataan/ identifikasi masalah (*Problem statement*)
3. Pengumpulan data (*Data collection*)
4. Pengolahan data (*Data processing*)
5. Pembuktian (*Verification*)
6. Menarik kesimpulan/generalisasi

Model PBL menimbulkan tantangan bagi siswa untuk menyusun strategi membuktikan hipotesisnya. Setelah strategi tersebut digunakan, guru berperan untuk mendukung siswa dalam melakukan sintesis konsep baru melalui pertanyaan-pertanyaan pendukung (*scaffolding*). Pada model PBL, proses penguatan konsep terjadi pada fase membahas dan mengevaluasi hasil model PBL pada proses berikut: (1) Saat diskusi siswa dengan teman sekelompoknya; (2) *Scaffolding* dari guru melalui tanya jawab; (3) Presentasi kelompok di depan kelas; (4) Sesi tanya jawab kelompok presentator dengan teman sekelas; dan (5) Saat merangkum pelajaran. Fase penguatan konsep ini berlangsung melalui adu argumen dan kritik, baik saat diskusi kelompok maupun diskusi kelas.

Adapun pemilihan model PBL dinilai dapat menjadikan pembelajaran peserta didik menjadi lebih bermakna. Selain itu, model PBL cocok dibawa pada materi dinamika rotasi dan kesetimbangan benda tegar. Hal ini dikarenakan materi ini banyak hal yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga pembelajaran lebih bermakna.

Metode Pembelajaran

Metode pembelajaran yang pertama adalah metode dengan desain perangkat percobaan kesetimbangan benda tegar serta momen inersia ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Rancangan perangkat percobaan pada gambar diatas terdiri dari beberapa komponen pendukung yaitu

- a. Poros percobaan momen inersia
- b. Papan utama
- c. Lubang tempat katrol
- d. Katrol untuk percobaan kesetimbangan benda tegar
- e. Kertas grafik yang ditempelkan pada papan utama

f. Tiang penyangga atau statif

Perangkat percobaan juga dilengkapi dengan berbagai bentuk benda uji momen inersia seperti bentuk persegi, segitiga, dan lingkaran. Benda uji ini terbuat dari akrilik. Perangkat percobaan yang telah dibuat ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Perangkat percobaan sesuai dengan tujuan pembelajaran pada materi momen inersia dan keseimbangan benda tegar yang hendak dicapai. Perangkat percobaan momen inersia dan keseimbangan benda tegar telah dapat dikembangkan berdasarkan permasalahan-permasalahan yang dihadapi oleh guru fisika dan siswa SMA di lapangan.

Hasil penilaian akhir menunjukkan bahwa perangkat percobaan dinilai layak untuk digunakan dalam percobaan momen inersia dan keseimbangan benda tegar. Karena akurasi alat rendah, maka perangkat tersebut tidak direkomendasikan untuk digunakan sebagai alat ukur dalam penelitian yang memerlukan akurasi yang tinggi.

Pembelajaran yang digunakan agar siswa memahami konsep adalah dengan pendekatan saintifik. Pembelajaran fisika dengan pendekatan saintifik mengedepankan siswa memperoleh konsep melalui kegiatan secara aktif dan bersentuhan langsung terhadap fenomena pada kehidupan sehari-hari sehingga dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Langkah-langkah pendekatan ilmiah (scientific approach) dalam proses pembelajaran menurut Hosnan meliputi: menggali informasi melalui observing/ pengamatan, questioning/ bertanya, experimenting/ percobaan, kemudian mengolah data atau informasi, menyajikan data, dilanjutkan dengan menganalisis, associating/ menalar, kemudian menyimpulkan, dan mencipta serta membentuk jaringan/ networking. Komponen pembelajaran saintifik menurut Sani secara garis besar terdiri dari: mengamati, menanya, mencoba/ mencari informasi, menganalisis, dan mengomunikasikan.

Menurut Djamarah dan Zain metode eksperimen adalah cara penyajian pelajaran, dimana siswa melakukan percobaan dengan mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajari. Sedangkan menurut Wiyanto dan Yulianti metode eksperimen adalah metode mengajar yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk menemukan, menganalisa, membuktikan, dan mengalami sendiri obyeknya.

Melalui metode eksperimen siswa secara total dilibatkan dalam melakukan sendiri, mengikuti suatu proses, mengamati suatu objek, menganalisis, membuktikan dan menarik kesimpulan sendiri tentang obyek, keadaan atau proses sesuatu. Rahmawati, et al. Menyimpulkan bahwa berdasarkan penelitiannya menunjukkan bahwa pembelajaran dengan metode eksperimen berdampak positif pada kemampuan berpikir kritis siswa. Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan penggunaan metode eksperimen dapat dijadikan alternatif dalam pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan siswa.

Miskonsepsi

Berdasarkan data yang disajikan pada suatu penelitian terlihat bahwa ada tiga konsep mekanika yang dianggap paling sulit oleh siswa SMA. Empat belas siswa memilih konsep dinamika rotasi dan keseimbangan benda tegar sebagai konsep mekanika yang paling sulit. Beberapa siswa kelas 11 juga memiliki miskonsepsi tentang dinamika rotasi. Kesulitan siswa umumnya dianalisis berdasarkan teori miskonsepsi. Dinamika Rotasi adalah salah satu topik fisika yang cukup sulit untuk siswa. Beberapa penelitian menunjukkan permasalahan pada topik ini, salah satunya pada aspek pemahaman konsep siswa.

Memahami konsep dasar dan hubungan antar konsep, serta mampu menggunakan konsep tersebut untuk memecahkan masalah merupakan salah satu tujuan yang ingin dicapai oleh siswa dalam belajar fisika. Namun, banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami dan menerapkan konsep fisika untuk menyelesaikan soal.

Salah satu pengaruh dari adanya miskonsepsi adalah kurangnya kemampuan siswa untuk berpikir kritis. Keterampilan berpikir kritis siswa kurang mendapat perhatian, terbukti dalam proses pembelajaran metode pembelajaran yang diterapkan belum melatih kemampuan berpikir kritis siswa. Siswa hanya menerima materi yang disampaikan oleh guru. Surya (2002: 159) menyatakan bahwa secara implisit, berpikir kritis menilai pemikiran yang tersirat dari apa yang mereka dengar dan baca, dan mengkaji proses berpikir diri sendiri ketika menulis, memecahkan masalah, membuat keputusan, atau mengembangkan suatu proyek.

Sebelum mengikuti proses pembelajaran Fisika secara formal di sekolah, siswa sudah membawa konsep awal tentang Fisika yang mereka kembangkan lewat pengalaman hidup mereka sebelumnya. Kerangka konsep siswa yang tidak sesuai atau kurang sesuai dengan konsep ilmiah atau konsep yang diakui oleh para ahli disebut sebagai miskonsepsi. Wilantara (2005), menjelaskan bahwa bila siswa membentuk pengetahuan dari pengalamannya secara langsung, maka akan susah untuk memberitahu siswa untuk mengubah miskonsepsi yang dialaminya (Maharta, 2009: 7).

Jenis-Jenis Miskonsepsi:

1. Miskonsepsi jenis pertama dipanggil dengan “pemahaman konsep awal” (preconceived notions). Miskonsepsi jenis ini ialah konsepsi yang sering didasarkan pada pengalaman sehari-hari. Baik yang ada di sekitar sekolah ataupun di luar lingkungan sekolah. Ketika seseorang memasuki alam sekolah, ia akan menerima satu penjelasan secara ilmiah yang tidak intuitif tentang yang dilihatnya pada masa lalu (Committee on Undergraduate Science Education, 1997).
2. Miskonsepsi jenis kedua dipanggil dengan “keyakinan tidak ilmiah” (nonscientific beliefs) (Committee on Undergraduate Science Education, 1997; Marshall, 2003). Keyakinan tidak ilmiah adalah seluruh pandangan yang dipelajari oleh siswa daripada sumber-sumber yang berbeda dengan pendapat para ahli. Satu cara yang muncul ialah pengajaran secara mitos atau agama yang tidak ada bukti kebenaran secara ilmiah. Evolusi dan Big Bang adalah dua teori yang satu tidak sesuai dengan konsep agama dan yang kedua sesuai dengan pandangan agama (Podolner, 2000).
3. Miskonsepsi yang ketiga dipanggil dengan “pemahaman konseptual salah” (conceptual misunderstandings). Lazimnya jenis miskonsepsi ini muncul ketika siswa berhubungan dengan pendapat para ahli dalam suatu cara yang tidak menyebabkan siswa tersebut menyelesaikan paradoks atau konflik akibat anggapan konsep awal dan keyakinan tidak ilmiah (Committee on Undergraduate Science Education, 1997). Siswa-siswa mengakhiri pembelajaran dengan satu perasaan kurang puas dan tidak mampu untuk menjelaskan apa yang telah dipelajarinya. Hasilnya siswa tersebut

membangun model salah yang membatasi proses pendidikan di masa yang akan datang (Podolner, 2000).

4. Miskonsepsi yang keempat dipanggil dengan “miskonsepsi bahasa daerah” (Vernacular misconceptions) (Committee on Undergraduate Science Education, 1997; Marshall 2003), yang muncul daripada penggunaan kata-kata yang berarti sesuatu kepada banyak orang yang bukan pakarnya, hal yang sama akan sangat berbeda ketika dibahas dari sudut pandang ilmiah.
5. Miskonsepsi jenis yang kelima dipanggil dengan “miskonsepsi berdasarkan fakta” (factual misconceptions) adalah kesalahan yang terjadi pada masa kecil dan tetap tidak berubah hingga ke umur dewasa (Committee on Undergraduate Science Education, 1997; Marshall, 2003). Orang tua, guru, dan bahkan buku teks boleh jadi penyebab utama timbulnya kesalahan ini. Buku teks mereka sendiri dapat menjadi kesalahan dalam penyebaran miskonsepsi.

Faktor-Faktor Penyebab Miskonsepsi:

1. Siswa

Miskonsepsi yang berasal dari siswa dapat dikumpulkan dalam beberapa hal, yaitu pengetahuan awal atau prakonsepsi/prior knowledge, pemikiran asosiatif siswa, pemikiran humanistik, reasoning yang tidak lengkap/salah, intuisi yang salah, tahap perkembangan kognitif siswa, kemampuan siswa, dan minat siswa (Paul Suparno, 2009).

2. Guru

Guru yang tidak menguasai bahan atau mengerti bahan Fisika secara tidak benar akan menyebabkan siswa mendapatkan miskonsepsi. Beberapa guru Fisika sendiri tidak memahami konsep Fisika dengan baik, sehingga salah pengertian ini diteruskan kepada siswa (Arons, 1990[28]; Donal E. Simanek, 2007; Kruger, 1990; Chiu, Guo, & Treagust, 2007). Menurut Paul Suparno (2005) miskonsepsi guru disebabkan karena guru tidak menguasai materi pelajaran, bukan lulusan dari bidang ilmu fisika, tidak memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengemukakan ide/gagasannya, dan hubungan guru dengan siswa tidak baik.

3. Buku Teks dan Literatur

Di dalam proses pembelajaran, guru dan siswa tak pernah lepas dari buku teks dan literatur. Buku teks yang dijadikan satu-satunya sumber pegangan bagi guru maka akan mendorong terjadinya miskonsepsi pada guru. Buku teks yang mengungkapkan konsep yang salah, akan mengelirukan siswa dan juga mengembangkan miskonsepsi siswa.

4. Metode Mengajar

Beberapa metode mengajar yang digunakan guru, terlebih yang menekankan satu segi saja dari konsep bahan yang digeluti, meskipun membantu siswa memahami bahan yang diajarkan, tetapi sering mempunyai dampak jelek, yaitu memunculkan miskonsepsi siswa. Maka guru perlu kritis dengan metode yang digunakan dan tidak membatasi dengan satu metode saja (Paul Suparno, 2009).

Menurut Rusilowati deteksi miskonsepsi siswa dapat menggunakan tes diagnostik empat tingkat. Tes diagnostik digunakan untuk mengetahui kesulitan belajar siswa, salah satunya adalah kesalahpahaman konsep. Tes diagnostik empat tingkat terdiri dari (1) tingkat pertama adalah diberikan pertanyaan beserta alasan pilihan jawabannya, (2) tingkat kedua terdapat pilihan jawaban beserta alasan memilih, (3) level ketiga ditambah dengan alasan pilihan jawaban dan tingkat kepercayaan jawaban, (4) tingkat keempat menambahkan tingkat kepercayaan secara terpisah untuk pilihan jawaban dan alasan. Dari keempat tes tersebut yang paling lengkap adalah tes pilihan ganda empat tingkat karena dapat diperoleh jawaban siswa disertai alasan dan keyakinan dalam memilih.

Dari beberapa sumber literatur penelitian yang sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, masih terdapat banyak kesulitan bahkan miskonsepsi dari pembelajaran fisika materi mekanika benda tegar. Sebagai seorang pendidik, tentu harus mencari cara untuk meminimalisir atau bahkan menghilangkan kesulitan dan miskonsepsi tersebut. Perbaikan-perbaikan yang dapat dilakukan bisa melalui media pembelajaran, metode pembelajaran, dan juga model pembelajaran. Namun, tentunya harus dilakukan penelitian terlebih dahulu untuk membuktikan apakah cara tersebut dapat dikatakan efektif untuk meningkatkan mutu pembelajaran. Jika dilihat dari beberapa sumber literatur penelitian yang sudah dilakukan, cara yang cukup efektif dalam membantu peningkatan pemahaman siswa dalam konsep kesetimbangan benda tegar adalah melalui media pembelajaran Charta dan juga media Arduino Uni. Hal ini dibuktikan melalui pemberlakuan pretest dan posttest yang menghasilkan nilai n -gain masing-masing 0.55 dan 0.32. Dari nilai inilah dapat dikatakan bahwa media tersebut cukup efektif sehingga bisa digunakan dalam peningkatan mutu pembelajaran di materi mekanika benda tegar. Namun, pengembangan media, model, dan metode lainnya belum tentu tidak efektif, melainkan butuh pengembangan dan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui keefektifannya.

Bagi kebanyakan siswa, fisika dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit dan susah dimengerti, salah satunya ada pada materi Mekanika Benda Tegar. Banyak yang mengalami kesulitan sehingga para siswa tidak bisa memahami konsep yang ada pada materi tersebut. Sebagai seorang pendidik, tentunya harus mencari cara supaya penyampaian konsep dapat diterima oleh setiap siswa sehingga tidak terjadi miskonsepsi lagi. Sebelum mencari berbagai solusi, seorang pendidik juga harus mengetahui tiap siswa dalam bagaimana cara mereka belajar, cara mereka mengerti, dan bagaimana suasana belajar yang mereka sukai. Hal ini dilakukan supaya solusi seperti media, metode, ataupun model pembelajaran dapat terlaksana dengan tepat.

Beberapa penelitian menggunakan model, metode, maupun media sudah dilakukan, tentu memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Beberapa kelebihan dari penelitian yang sudah dilakukan antara lain adalah peneliti menggunakan solusi mulai dari yang tradisional hingga modern menggunakan kemajuan teknologi. Maksud dari menggunakan teknologi ini adalah peneliti membuat sebuah model/media/metode sesuai dengan kemajuan teknologi seperti menggunakan virtual lab, video animasi, dan membuat aplikasi yang dapat menarik perhatian siswa-siswanya.

Seiring berkembangnya zaman, siswa-siswa pastinya akan merasa bosan jika hanya belajar menggunakan metode ceramah sehingga peneliti berhasil menciptakan sebuah solusi supaya siswa tidak bosan. Namun, beberapa solusi dari penelitian yang sudah dilakukan tersebut masih tidak cukup efektif dikarenakan kurang banyaknya siswa yang mencoba solusi tersebut dan kurang lamanya waktu percobaan sehingga solusi tersebut belum memiliki bukti keefektifan yang cukup kuat jika digunakan pada jumlah siswa yang banyak. Oleh karena itu, pencarian model/media/metode harus terus diperbarui supaya semakin banyak solusi untuk meningkatkan pemahaman terhadap suatu materi, khususnya materi fisika.

KESIMPULAN

Banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah kesetimbangan dan dinamika rotasi dalam mekanika benda tegar. Dalam memperbaiki kesulitan tersebut, terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan melalui media pembelajaran, model pembelajaran, dan metode pembelajaran.

Media pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pembelajaran mekanika benda tegar diantaranya adalah Pembelajaran Video Kontekstual, Media Charta, Media Pembelajaran Handout, Modul Fisika Berbasis Ilmiah, Virtual Laboratory, Arduino Uni, Pengembangan LKPD, dan Media Pembelajaran Berbasis Web. Berdasarkan sumber literatur, media yang cukup efektif digunakan adalah media charta yang didukung dengan nilai *n-gain* setelah pemberlakuan pretest serta posttest sebesar 0.55.

Model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pembelajaran mekanika benda tegar diantaranya adalah Model POE2WE, Model Discovery Learning, Model PBL. Sedangkan metode pembelajaran yang dapat digunakan pada materi adalah Metode Perangkat Percobaan, Metode Pembelajaran Berbasis Saintifik, dan Metode Pembelajaran Berbasis Eksperimen. Berdasarkan sumber literatur, ketiga model dan metode pembelajaran tersebut juga cukup efektif karena siswa akan itempatkan sebagai subjek sehingga bebas untuk berpendapat dan dilatih untuk berpikir kritis.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tim penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak Mitra Pilar yang akan menjadi Peer-Reviewers pada pembuatan studi literatur ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada dosen dan pihak lainnya yang telah membantu dalam pembuatan studi literatur ini.

REFERENSI

- Adawiyah, R. (2018). *The Development of Interactive Physics E-Book in Rigid Body Equilibrium and Rotational Dynamics* (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Apriani, H., & Murniati, M. (2016). Pengembangan handout dinamika rotasi dan kesetimbangan benda tegar berbasis kontekstual kelas XI IPA SMA. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 3(2).
- Aprilianingrum, F., Jamzuri, J., & Supurwoko, S. (2015, September). Identifikasi Miskonsepsi Siswa SMA Kelasxi pada Materi Dinamika Rotasi dan Kesetimbangan Benda Tegar Tahun Ajaran 2013/2014. In *PROSIDING: Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika* (Vol. 6, No. 6).
- Ardhanariswari, W. E., Wulandari, W. N., Khalidah, H. I., & Setiaji, B. (2021). Analysis of High School Students' Learning Difficulties in Understanding the Mechanics Concept. *Impulse: Journal of Research and Innovation in Physics Education*, 1(2), 72-79.
- Bhattoo, R., Ranu, S., & Krishnan, N. M. (2022). Learning Rigid Body Dynamics with Lagrangian Graph Neural Network. *arXiv preprint arXiv:2209.11588*.
- Desmelinda, E., & Sudrajad, H. (2011). Pengembangan Perangkat Percobaan Momen Inersia Dan Keseimbangan Benda Tegar Sebagai Media Pembelajaran Fisika SMA. *Jurnal Pendidikan*, 2(2).
- Habibi, H., Askolani, G., & Kurniawan, A. (2013). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS WEB UNTUK MENGOPTIMALKAN HASIL BELAJAR SISWA PADA MATA PELAJARAN FISIKA MATERI KESEIMBANGAN

- BENDA TEGAR KELAS XI SMA ANTARTIKA SIDOARJO. *Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan*, 4(2).
- Harjono, A., Gunawan, G., Adawiyah, R., & Herayanti, L. (2020). An interactive e-book for physics to improve students' conceptual mastery. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(5), 40-49.
- Jannah, E. M., & Ermawati, F. U. (2020, March). Identify 11th grade of senior high school Jogoroto students' misconceptions on dynamic rotation and rigid body equilibrium concepts using four-tier diagnostic test. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1491, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.
- Kumalasari, M., & Triyono, M. B. (2018). Pengembangan virtual physics world sebagai media pembelajaran kesetimbangan benda tegar untuk meningkatkan keterampilan penerapan ilmu Fisika sehari-hari. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 5(2), 165-179.
- Maliki, N. A. (2020). Upaya Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa Pada Materi Rotasi Benda Tegar Dengan Model Discovery Learning Pada Siswa Kelas XI IPA-3 SMA Negeri 3 Madiun Tahun Pelajaran 2017/2018. *Jurnal Revolusi Pendidikan (JUREVDIK)*, 3(1), 56-62.
- Masta, N., & Sahala, S. (2015). Remediasi Miskonsepsi Menggunakan Model PBL tentang Keseimbangan Benda Tegar di SMA K Immanuel Pontianak. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 4(3).
- Mulyawati, L., & Nana, N. (2020). Penerapan Model POE2WE melalui Pendekatan Konflik Kognitif untuk Mengurangi Miskonsepsi pada Materi Kesetimbangan Benda Tegar.
- Mustaqimah, M. (2015). Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Aktivitas Dan Prestasi Belajar Materi Keseimbangan Benda Tegar Siswa Kelas XI IPA 5 SMA N 3 Demak Semester 2 Tahun Pelajaran 2013/2014. *Media Penelitian Pendidikan*, 9(1), 152496.
- Ningrum, A. S., Susanto, H., & Mindyarto, B. N. (2018). Pengembangan media charta Free Body Diagram (FBD) yang moveable untuk meningkatkan kemampuan multirepresentasi siswa pada materi kesetimbangan dan dinamika rotasi. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 7(3), 43-50.
- Novia, N., Husna, H., & Zulva, R. (2021). Pengembangan LKPD Dinamika Rotasi dan Kesetimbangan Benda Tegar Berorientasi Problem Based Learning. *Journal of Natural Science and Integration*, 4(2), 214-221.
- Nurdawia, N., Zulirfan, Z., & Fakhrudin, Z. (2018). THE PRACTICALITY OF RIGID BODY DYNAMICS CONSTRUCTIVIST MODULE AS PHYISC LEARNING RESOURCE OF SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(2), 120-126.
- Nursaida, N., Isnaini, M., & Darmayanti, N. W. S. (2020). PENGEMBANGAN MEDIA POCKET BOOK BERBASIS EKSPERIMEN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA MTs N 1 MATARAM. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(2), 294-302.
- Nurulwati, N., Veloo, A., & Ali, R. M. (2014). Suatu tinjauan tentang jenis-jenis dan penyebab miskonsepsi fisika. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 2(1), 87-95.
- Purnama, D., Harpian, H., Pereira, V. V., Rusdiana, D., & Suwarma, I. R. (2022). Pengembangan Alat Praktikum Berbasis Arduino Uno Materi Kesetimbangan Benda Tegar (Momen Inersia dan Momentum Sudut). *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 3(02), 144-152.

- Putro, R. S., Sarwanto, S., & Suparmi, S. (2017, November). The Development of Physics Module Based on Discovery Learning with Contextual Teaching and Learning Approach in Rotational Dynamics Problems to Improve Students' Critical Thinking Skills. In *International Conference on Science Education (ICoSEd)* (pp. 229-235).
- RAFIKA, R., Syuhendri, S., & Siahaan, S. M. (2020). *ANALISIS MISKONSEPSI SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI DINAMIKA ROTASI DAN KESEIMBANGAN BENDA TEGAR* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Rahmawati, I., Sutopo, S., & Zulaikah, S. (2017). Analysis of Students' Difficulties about Rotational Dynamic Topic Based on Resource Theory. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1).
- Rofiah, N. M., & Mundilarto, M. (2021). Pengembangan Video Pembelajaran Fisika Berbasis Kontekstual untuk Meningkatkan Minat Belajar dan Pemahaman Konsep. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(4).
- Rusilowati, A., Hartono, H., & Supriyadi, S. (2012). Pengembangan model pembelajaran better teaching and learning berkarakter untuk membekali kompetensi pedagogi mahasiswa calon guru. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 29(2).
- Sari, P. Y., & Nana, N. (2020). Pengaruh model REACT berbantuan virtual laboratory terhadap pemahaman konsep pada materi dinamika rotasi dan kesetimbangan benda tegar. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika e-ISSN*, 7(1), 9-14.
- Sarkity, D., Yuliati, L., & Hidayat, A. (2016). Kesulitan siswa SMA dalam memecahkan masalah kesetimbangan dan dinamika rotasi. *Prosiding Semnas Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 1(1), 166-173.
- Setyawan, D. N., Aminah, N. S., & Sarwanto, S. (2017). The using of scientific based physics module in learning to enhance high school students' critical thinking skills on rotation dynamics and equilibrium of rigid body. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 11(2), 213-218.
- Setyawan, D. N., Sarwanto, S., & Aminah, N. S. (2017). Pengembangan pembelajaran berbasis saintifik pada materi dinamika rotasi dan kesetimbangan benda tegar untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan komunikasi verbal siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 8(1).
- Sitompul, S. S. (2013). PENENTUAN MOMEN INERSIA BENDA TEGAR DENGAN METODE BANDUL FISIS. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 4(2).
- Taqwa, M. R. A., Astalini, A., & Darmaji, D. (2015). Hubungan Gaya Belajar Visual, Auditorial, dan Kinestetik dengan Hasil Belajar Siswa pada Materi Dinamika Rotasi dan Kesetimbangan Benda Tegar Kelas XI IPA SMAN Se-Kota Jambi. In *Seminar Nasional Universitas Muhammadiyah Purworejo* (pp. 220-227).
- Verlinda, S., Sutopo, S., & Latifah, E. (2020). The Effectiveness of Modeling Instruction Learning on Students Conceptual Understanding of Rotational Dynamic. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 10(2), 158-172.
- Widodo, A. Y. P., & Islami, N. (2019, November). Development of Physics Learning Media on Rotational Materials Based on Interactive Multimedia. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1351, No. 1, p. 012057). IOP Publishing.

- Yasmini, L. P. B. (2012). KAJIAN AWAL PENERAPAN KONSEP MEKANIKA PADA GERAK ROBOT DENGAN ANALISIS ALJABAR. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 1(1).
- Zulfa, W., Tandililing, E., & Hamdani, H. (2019). PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN TPSq BERBANTUAN MEDIA ANIMASI UNTUK MEREMEDIASI MISKONSEPSI SISWA MATERI DINAMIKA ROTASI. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 8(11).

