



Analisis Profil Pemahaman Konsep dan Model Mental Siswa di SMA Kesatrian 2 Semarang pada Materi Interferensi dan Difraksi Cahaya

Wafi Lutfia[✉], Ngurah Made Darma Putra

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
 Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Januari 2020

Disetujui Januari 2020

Dipublikasikan April 2020

Keywords:

concepts understanding, mental models, light interference and diffraction

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan profil pemahaman konsep, menganalisis profil miskonsepsi dan mengidentifikasi gambaran model mental siswa dalam menjelaskan fenomena interferensi dan difraksi cahaya. Jenis penelitian ini yaitu kualitatif, sedangkan metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu observasi dan tes diagnostik *three tiers multiple choices* serta wawancara semi terstruktur. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep siswa kelas XI MIPA 2 di SMA Kesatrian 2 Semarang pada materi interferensi dan difraksi cahaya termasuk dalam kategori paham konsep sebesar 30%, miskonsepsi 48% dan tidak paham konsep 22%. Profil model mental siswa berdasarkan kategori tingkatan Ifenthaler dalam menjelaskan materi interferensi dan difraksi cahaya termasuk pada tingkatan *surface*. Sedangkan tipe model mental berdasarkan tipe Sendur yaitu model mental ilmiah yang dimiliki siswa hanya mencapai 2,38%. Sisanya sebanyak 97,62% tergolong model mental alternative

Abstract

This study aimed to determine the profile of students' understanding of concepts and misconceptions and to identify the picture of students' mental models in explaining the phenomenon of light interference and diffraction. The type research is qualitative, and the research method used descriptive qualitative. Data collection techniques used observations and three tier multiple choices test and semi-structured interviews. The results showed that the conceptual understanding of students grade XI MIPA 2 at SMA Kesatrian 2 Semarang in the light interference and diffraction material was included in the conceptual understanding category of 30%, 48% misconception and 22% did not understand the concept. The profile of students' mental models based on Ifenthaler level category in explaining the material of light interference and diffraction included at the level of the surface. While the type of mental model is based on the type of Sendur is scientific mental model possessed by students only reached 2.38%. The remaining 97.62% classified as alternative mental models.

[✉] Alamat korespondensi:
 E-mail: wafilutfia12@gmail.com

PENDAHULUAN

Fisika merupakan bagian dari ilmu pengetahuan alam (IPA), yang pada hakikatnya adalah suatu ilmu yang mengajarkan manusia untuk memahami dan mengetahui serta memaknai bagaimana proses hukum alam bekerja dengan segala keteraturannya, sehingga membentuk alam semesta yang luar biasa. Menurut Listiana (2017) tujuan ilmu fisika dipelajari oleh siswa adalah untuk memberikan penguasaan konsep-konsep fisika dan saling keterkaitan antar konsep sehingga siswa dapat mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.

Pada kenyataannya proses belajar mengajar fisika di sekolah bersifat mekanis yaitu dengan siswa diminta untuk mengerjakan soal sesuai dengan rumus yang tertulis dibuku paket, LKS atau berdasarkan rumus yang telah diberikan langsung oleh guru sehingga siswa tidak memahami penurunan rumus tersebut. Dengan kata lain pemahaman konseptualnya diabaikan. Padahal dalam menyelesaikan soal diperlukan pemahaman konseptual dan prosedural secara terpadu.

Model mental merupakan representasi intrinsik yang muncul selama berlangsungnya proses kognitif, dapat berupa objek, ide, atau gagasan untuk memberikan alasan, menggambarkan atau menjelaskan sebuah fenomena (Wang, 2007).

Model mental dalam sains digunakan untuk menggambarkan sebuah sistem dan bagian-bagian komponennya sebagai sebuah keadaan untuk menjelaskan fenomena saat terjadi perubahan dari suatu keadaan ke keadaan yang lain (Janson *et al.*, 2009). Keunikan dari penelitian yang mengungkapkan model mental adalah karena setiap siswa memiliki kerangka konsep atau gagasan yang berbeda-beda dalam menjelaskan suatu fenomena.

Model mental perlu diketahui oleh guru maupun siswa. Hal ini dikarenakan model mental yang digunakan guru dalam proses pembelajaran berbeda dengan model mental

siswa. Janson *et al.*, (2009) menyatakan bahwa dalam pengajaran sains guru membangun model mental melalui proses analisis dan sintesis terhadap model ilmuwan yang disesuaikan dengan kebutuhan siswanya. Guru mengkomunikasikan model sains kepada siswa dengan menggunakan model tertentu, sehingga siswa memperoleh pengetahuan sains sebagai hasil pengalaman belajar yang telah didapatkannya selama proses pembelajaran. Berdasarkan pengalaman tersebut siswa dapat membangun model mentalnya melalui proses asimiliasi dan akomodasi, serta mengolah informasi baru dan menghubungkannya dengan pengetahuan yang sudah dimiliki sebelumnya.

Hasil Ujian Tengah Semester mata pelajaran fisika kelas XI di SMA Kesatrian 2 Semarang tahun pelajaran 2018/2019, nilai rata-rata ketiga kelas adalah 64,00 dengan nilai rata-rata kelas XI MIPA 1 yaitu 63,75, kelas XI MIPA 2 yaitu 64,94 dan Kelas XI MIPA 3 yaitu 63,32. Rendahnya hasil belajar yang dicapai siswa merupakan salah satu indikasi bahwa siswa mengalami kesulitan belajar. Salah satu penyebab dari rendahnya hasil belajar fisika adalah terjadinya kesalahan konsep (miskonsepsi). Kesulitan belajar pada siswa yang muncul secara terus menerus dapat mengganggu pembentukan konsepsi ilmiah. Siswa yang mengalami miskonsepsi memerlukan bantuan secara cepat dan tepat agar kesulitan yang dihadapi siswa dapat segera teratasi. Supaya bantuan yang diberikan dapat berhasil dan efektif, maka terlebih dahulu guru harus memahami dimana letak kesulitan yang dihadapi oleh siswa.

Berdasarkan hasil wawancara observasi dengan guru fisika kelas XI di SMA Kesatrian 2 Semarang didapatkan kesimpulan bahwa selama ini guru belum pernah melakukan diagnosa terhadap pemahaman konsep dan model mental yang dialami oleh siswa dengan cara tes diagnostik dan wawancara. Guru memperoleh informasi mengenai pemahaman konsep dan kesalahan jawaban yang dialami siswa dari hasil ulangan harian, dan alat ukur

berupa tes formatif berbentuk soal pilihan ganda biasa atau uraian sehingga tidak dapat membedakan siswa yang paham konsep, miskonsepsi dan tidak paham konsep.

Tujuan penelitian ini yaitu: (1) Untuk menentukan profil pemahaman konsep siswa pada materi interferensi dan difraksi cahaya; (2) Untuk menganalisis profil miskonsepsi siswa pada materi interferensi dan difraksi cahaya; (3) Untuk mengidentifikasi gambaran model mental siswa dalam menjelaskan fenomena interferensi dan difraksi cahaya

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif, sedangkan metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kualitatif maka data yang didapatkan lebih lengkap, lebih mendalam, dan bermakna sehingga tujuan dalam penelitian ini dapat tercapai (Sugiyono, 2015). Dalam penelitian ini, metode penelitian deskriptif ditujukan untuk melihat profil pemahaman konsep, miskonsepsi dan model mental siswa pada materi interferensi dan difraksi cahaya.

Penelitian ini dilakukan di salah satu sekolah menengah atas di kota Semarang yaitu SMA Kesatrian 2 Semarang. Subyek dari penelitian ini adalah siswa kelas XI MIPA 2 pada tahun ajaran 2018/2019 sebanyak 37 orang. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya teknik observasi, tes tertulis dan teknik wawancara. Pengumpulan data pada penelitian ini menggabungkan observasi dan hasil tes yang diperkuat dengan wawancara sehingga teruji kredibilitasnya.

Instrumen yang digunakan adalah tes diagnostik *three tiers multiple choice*, lembar validasi soal dan lembar wawancara. Tes diagnostik didefinisikan sebagai tes yang digunakan untuk mengetahui kelemahan-kelemahan siswa agar dapat diberikan perlakuan yang tepat (Arikunto, 2006). Pemilihan responden wawancara sebanyak 12 orang dipilih secara *purposive sampling*, berdasarkan tingkat pemahaman siswa

dengan kategori tinggi, sedang dan rendah yang diperoleh dari hasil tes diagnostik.

Analisis pemahaman konsep siswa dilakukan dengan melihat hasil jawaban siswa, selanjutnya hasil tes tersebut dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu paham konsep, miskonsepsi dan tidak paham konsep. Analisis model mental siswa dilakukan melalui analisis deskriptif pada jawaban siswa. Model mental siswa dikelompokkan berdasarkan kemiripan jawaban siswa kedalam empat tipe yaitu; tidak ada jawaban (*No Response*, NR), miskonsepsi khusus pada bagian tertentu (*Specific Misconceptions*, SM), benar sebagian (*Partially Correct*, PC), dan benar secara ilmiah (*Scientifically Correct*, SC). Secara umum tiga model mental pertama disebut sebagai model mental alternatif, sedangkan model mental keempat disebut model mental ilmiah atau model konseptual.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemahaman Konsep Siswa Secara Keseluruhan

Berdasarkan hasil penelitian di kelas XI MIPA 2 SMA Kesatrian 2 Semarang dengan jumlah siswa sebanyak 37 siswa bahwa pemahaman konsep fisika siswa pada materi interferensi dan difraksi cahaya yaitu sejumlah 11 siswa dengan persentase 30% paham konsep, sejumlah 18 siswa dengan persentase 48% kategori miskonsepsi dan sejumlah 8 siswa dengan persentase 22% kategori tidak paham konsep.

Tingginya persentase siswa yang mengalami miskonsepsi disebabkan karena siswa sendiri. Dimana siswa tidak mampu mengabstraksikan konsep dengan tepat dan sebagian besar siswa sudah melupakan materi yang sebelumnya mereka telah pelajari.

Selain itu miskonsepsi pada siswa juga disebabkan oleh kesalahan siswa dalam membangun konsep berdasarkan teori yang diterimanya dari pengalaman dan interaksinya dengan lingkungan. Sehingga, konsep yang dimiliki siswa tidak sesuai

dengan pengertian ilmiah/ pengertian para ahli.

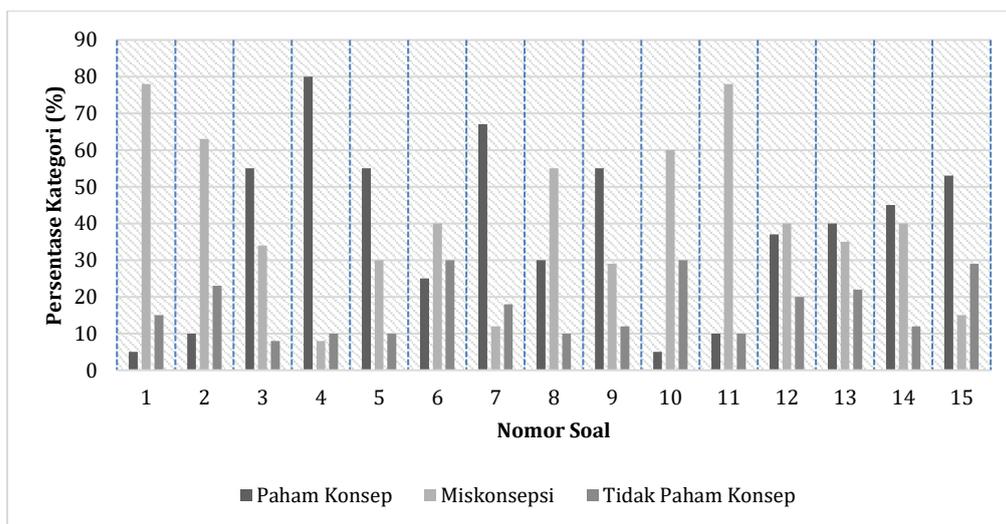
Pemahaman Konsep Pada Setiap Butir Soal

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil analisis jawaban siswa dapat diketahui bahwa tingkat pemahaman yang dimiliki siswa pada masing- masing indikator soal yang diberikan menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Setelah dilakukan analisis persentase kategori paham konsep, kategori miskonsepsi dan kategori tidak paham konsep pada 15 butir soal *three tiers multiple choices*.

Data yang diperoleh dari hasil penelitian yaitu miskonsepsi yang paling banyak yaitu 78 % terdapat pada soal nomor 1 dan nomor 11. Soal nomor 1 mengenai konsep peristiwa

interferensi dalam kehidupan sehari- hari. Pada soal nomor 11 mengenai konsep persamaan matematis untuk difraksi minimum. Sedangkan miskonsepsi paling sedikit terdapat pada soal nomor 4 mengenai perhitungan jarak kedua celah ganda pada peristiwa interferensi sebesar 8%.

Pada soal nomor 4 ini siswa yang paham konsep cukup banyak sekitar 81% dari 37 siswa. Berikutnya mengenai miskonsepsi yang cukup tinggi juga ditemukan pada soal nomor 2 mengenai konsep syarat-syarat terjadinya peristiwa interferensi yaitu sekitar 11% siswa paham konsep, 65% siswa mengalami miskonsepsi dan 24% siswa yang tidak paham konsep. Soal nomor 10 terdapat 62% siswa yang miskonsepsi mengenai konsep penambahan jarak kedua celah.

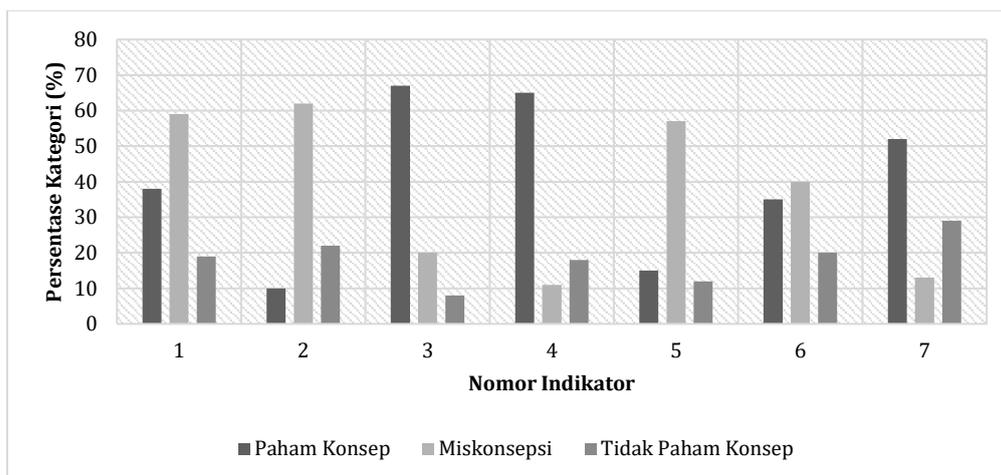


Gambar 1. Persentase pemahaman konsep, mikonsepsi dan tidak paham konsep setiap butir soal

Pemahaman Konsep Berdasarkan Indikator Pemahaman

Indikator pembelajaran dalam materi interferensi dan difraksi cahaya terbagi kedalam 7 indikator. Indikator pembelajaran

ini digunakan sebagai acuan dalam melakukan proses pembelajaran artinya seorang siswa diharapkan mampu mencapai tujuan pembelajaran yang sudah ditetapkan dalam indikator pembelajaran.



Gambar 2. Persentase pemahaman konsep siswa pada setiap indikator

Indikator Menjelaskan Konsep Peristiwa Interferensi

Secara keseluruhan persentase jumlah siswa yang paham konsep, miskonsepsi dan tidak paham konsep pada indikator menjelaskan konsep peristiwa interferensi yaitu sebesar 29,7 % siswa paham konsep; 50,3% siswa mengalami miskonsepsi dan 20% siswa tidak paham konsep.

Tingginya persentase siswa yang mengalami miskonsepsi disebabkan karena siswa masih kesulitan dalam menjelaskan konsep peristiwa interferensi. Selain itu, pengetahuan yang siswa miliki tentang materi sebelumnya terkait konsep gelombang masih rendah, sehingga siswa belum dapat menguasai konsep interferensi secara seutuhnya.

A. Indikator Menjelaskan Syarat Terjadinya Interferensi

Secara keseluruhan persentase jumlah siswa yang paham konsep, miskonsepsi dan tidak paham konsep pada indikator menjelaskan syarat terjadinya interferensi secara berturut-turut sebesar 11 %, 65% dan 24%. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa persentase siswa yang mengalami miskonsepsi menunjukkan persentase paling tinggi yaitu sebesar 65%. Miskonsepsi terjadi dikarenakan sebagian besar siswa masih memiliki kendala dalam pelaksanaan proses pembelajaran yang ada dan pembacaan buku teks, sehingga siswa

mengalami kesulitan dalam memahami materi interferensi atau salah dalam memahami konsep yang sebenarnya. Penyebab lainnya yaitu dikarenakan siswa hanya menghafal syarat terjadinya intereferensi tanpa memahami sebab- sebab dari terjadinya interferensi maksimum. Sehingga, apabila soal divariasikan siswa menjadi kesulitan dalam memahaminya.

B. Indikator Menjelaskan Interferensi Dua Celah Sempit

Secara keseluruhan, persentase jumlah siswa yang paham konsep, miskonsepsi dan tidak paham konsep pada indikator menjelaskan interferensi dua celah sempit (percobaan Young) berturut-turut 69%, 21% dan 9,5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemahaman konsep siswa sudah cukup bagus yaitu di atas 60%, meskipun ada beberapa siswa yang masih mengalami miskonsepsi dan tidak paham konsep.

Siswa yang mengalami miskonsepsi dikarenakan salah menjawab pada bagian alasan, hal ini disebabkan oleh siswa yang kurang cermat dalam memahami soal sehingga siswa tidak tahu orde interferensi beberapa yang terbentuk.

C. Indikator Menjelaskan Terjadinya Interferensi Pada Lapisan Tipis

Secara keseluruhan, persentase jumlah siswa yang paham konsep, miskonsepsi dan

tidak paham konsep pada indikator menjelaskan terjadinya interferensi pada lapisan tipis berturut-turut sebesar 67%, 14% dan 19%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemahaman konsep siswa sudah cukup bagus yaitu di atas 60%, meskipun ada beberapa yang masih mengalami miskonsepsi dan tidak paham konsep.

Siswa yang mengalami miskonsepsi dikarenakan ketidaktepatan siswa dalam memilih jawaban pada bagian inti dan alasan namun siswa yakin dengan jawaban yang dipilihnya. Kesalahan yang dialami oleh siswa antara lain siswa kesulitan dalam menentukan orde interferensi dan besarnya sudut. Hal ini dikarenakan pada soal tidak dituliskan dengan angka.

D. Indikator Menjelaskan Pengertian Difraksi Cahaya

Secara keseluruhan, persentase jumlah siswa yang paham konsep, miskonsepsi dan tidak paham konsep pada indikator menjelaskan pengertian difraksi berturut-turut sebesar 27%, 58,7% dan 14%. Persentase siswa yang mengalami miskonsepsi menunjukkan persentase yang paling tinggi yaitu sebesar 57%.

Miskonsepsi yang dialami siswa ini disebabkan karena siswa intuisi dalam kehidupan sehari-hari, namun ada juga yang disebabkan karena siswa masih bingung dalam membedakan peristiwa interferensi dan difraksi cahaya. Hal ini disebabkan siswa hanya menghafal pengertian dari difraksi cahaya, namun pada saat pelaksanaan tes siswa lupa, sehingga keliru dalam memilih jawaban.

E. Indikator Menjelaskan Difraksi Pada Celah Sempit

Secara keseluruhan, persentase jumlah siswa yang paham konsep, miskonsepsi dan tidak paham konsep pada indikator menjelaskan difraksi pada celah sempit berturut-turut sebesar 37%, 42% dan 21%. Berdasarkan hasil tersebut persentase siswa yang mengalami miskonsepsi dengan siswa

yang paham konsep memiliki selisih yang tidak terlalu jauh.

Hal ini dikarenakan sebagian siswa yang salah dalam menentukan nilai orde interferensi, hal tersebut menunjukkan bahwa siswa belum memahami makna dari soal yang ditanyakan, dan juga siswa tidak menentukan lebar celah sebelum menentukan jarak antar garis terang kedua sehingga siswa tidak bisa menemukan jawaban yang tepat.

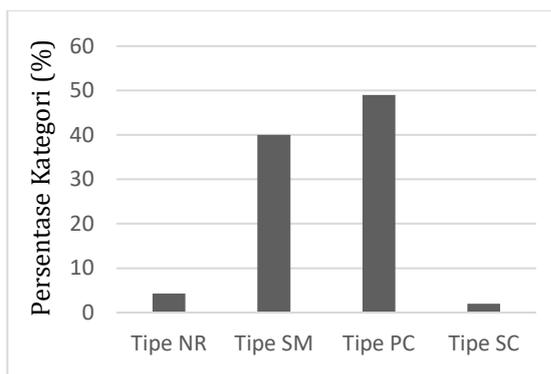
F. Indikator Menjelaskan Interferensi dan Difraksi Secara Bersamaan

Secara keseluruhan, persentase siswa yang paham konsep, miskonsepsi dan tidak paham konsep pada indikator menjelaskan interferensi dan difraksi secara bersamaan berturut-turut sebesar 54%, 16% dan 30%. Berdasarkan analisis jawaban siswa diperoleh kesimpulan bahwa pemahaman konsep siswa sudah cukup bagus, yaitu 54%, namun terdapat beberapa siswa yang mengalami miskonsepsi dan tidak paham konsep.

Miskonsepsi yang terjadi dikarenakan siswa kesulitan dalam memahami soal interferensi dan difraksi cahaya yang terjadi secara bersamaan, dan juga siswa tidak mengetahui rumus perbandingan antara peristiwa interferensi dan difraksi cahaya. Hal ini mengakibatkan siswa tidak dapat menjawab soal pada bagian inti dan bagian alasan yang padahal saling berhubungan atau keduanya saling terkait.

Model Mental

Profil model mental siswa pada materi interferensi dan difraksi cahaya ini mendeskripsikan bagaimana gambaran umum hasil penelitian berupa pemahaman konsep yang dimiliki siswa. Berdasarkan hasil analisis data diperoleh model mental siswa hanya 2,38% tergolong model mental konseptual, serta sisanya sebanyak 4,76% tidak memberikan respon; 41,67% mengalami miskonsepsi khusus dan 51,19% benar sebagian. Data tersebut menunjukkan model mental siswa kelas XI MIPA 2 pada materi interferensi dan difraksi cahaya sebagian besar dalam bentuk model mental alternatif.



Gambar 3. Persentase profil model mental siswa

Distribusi model konseptual siswa tertinggi (17%) model mental tipe *Scientifically Corret (SC)* 33% Tipe *Partially Correct (PC)* dan 50% tipe *Specific Misconceptions (SM)*. Beberapa konsep berkaitan dengan mendefinisikan peristiwa difraksi cahaya. Tingginya persentase yang didapatkan siswa pada indikator tersebut dikarenakan pada saat proses pembelajaran siswa melakukan praktikum. Sehingga, siswa mempunyai pengalaman dan mampu menghubungkan konsep awal yang telah dimiliki siswa dengan pengalaman tersebut. Namun, masih ada beberapa siswa yang mengalami benar sebagian. Hal ini dikarenakan siswa yang belum paham utuh mengenai konsep peristiwa interferensi dan tidak mampu menghubungkan dengan teori yang ada pada materi sebelumnya.

Sebagian besar materi fisika dalam bentuk model mental benar sebagian, Model mental benar sebagian paling tinggi 75% tipe *Partially Correct (PC)* dan 25% model mental tipe *Specific Misconceptions (SM)*. Konsep yang digunakan berkaitan dengan menganalisis pengaruh penambahan panjang gelombang pada percobaan difraksi celah tunggal. Tingginya persentase model mental benar sebagian dikarenakan kecenderungan siswa hanya menghafal konsep, apabila soal divariasikan siswa menjadi kesulitan. Berdasarkan hal tersebut terlihat bahwa secara garis besar siswa tidak memiliki pemahaman konsep secara utuh dalam

menganalisis pengaruh penambahan panjang gelombang pada percobaan difraksi.

Miskonsepsi khusus paling tinggi sebesar 67% yaitu pada indikator 4 menjelaskan terjadinya interferensi cahaya pada lapisan tipis. Siswa memprediksi warna-warna pada gelembung air sabun yang apabila terkena sinar matahari disebabkan karena peristiwa polarisasi cahaya sehingga terlihat berwarna-warna seperti pelangi. Penjelasan lainnya yaitu dikemukakan oleh siswa peristiwa tersebut merupakan peristiwa dispersi cahaya dan karena memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda maka akan terlihat berwarna-warni seperti pelangi. Berdasarkan analisis jawaban hasil wawancara dengan siswa, bahwa siswa masih bingung dengan pengertian interferensi, difraksi, polarisasi dan dispersi cahaya.

Distribusi tipe model mental tertinggi berkaitan dengan tidak ada jawaban sebesar (NR) 17%, memiliki model mental tipe *Specific Misconceptions (SM)* 42% dan 42% tipe *Partially Correct (PC)* terjadi pada indikator 1 berkaitan dengan menjelaskan peristiwa interferensi cahaya. Kondisi ini terjadi karena siswa tidak mampu memberikan penjelasan bagaimana peristiwa interferensi cahaya, penjelasan dari siswa yang lainnya yaitu siswa lupa mengenai syarat-syarat terjadinya interferensi cahaya. Ketidakkampuan siswa dalam menjelaskan peristiwa interferensi disebabkan oleh kurangnya kemampuan siswa dalam melakukan penalaran dan tidak mampu menerapkan pengetahuan yang dimiliki siswa berdasarkan pengetahuan awalnya.

SIMPULAN

Berdasarkan temuan hasil penelitian dan pembahasan, maka peneliti dapat menarik kesimpulan sebagai berikut : (1) Pemahaman konsep siswa kelas XI MIPA 2 SMA Kesatrian 2 Semarang pada materi interferensi dan difraksi cahaya termasuk dalam kategori paham konsep sebesar 30%, miskonsepsi 48% dan tidak paham konsep 22 %; (2)

Miskonsepsi yang paling banyak yaitu 78% terdapat pada soal nomor 1 dan nomor 11. Soal nomor 1 berkaitan dengan konsep peristiwa interferensi dalam kehidupan sehari-hari dan soal nomor 11 mengenai konsep persamaan matematis untuk difraksi minimum. (3) Profil model mental siswa kelas XI MIPA 2 di SMA Kesatrian 2 Semarang pada materi interferensi dan difraksi cahaya berdasarkan tahapan metode SMD (Surface, Matching, and Deep Structure) termasuk pada

tingkatan *surface*. Tipe model mental yang mengindisikan profil pemahaman konsep berdasarkan kategori Sendur yaitu model mental ilmiah (*Scientifically Correct*, SC) yang dimiliki siswa hanya mencapai 2,38%. Sisanya sebanyak 97,62% tergolong model mental alternatif. Terdiri atas 4,76% model mental tipe NR (*No Response*), 41,67% model mental tipe SM (*Specific Misconceptions*), dan 51,19% model mental tipe PC (*Partially Correct*).

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2006). *Dasar- Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ifenthaler, D., Pirnay-Dummer, P., & Spector, J. M. (2008). *Understanding Models for Learning and Instruction*. New York: Springer Science & Business Media, LLC.
- Jansoon, N. Coll, R.k., & Somsook, E. (2009). "Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students". *International Journal of Environmental & Science Education*. 4(2), 147-168.
- Lin, J.W and Chiu, M.H . (2007). Exploring the characteristics and Diverse Source of Students Mental models of Acid and Based. *International Journal Of Science Education* 25 (2) 771-803. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690600855559>.
- Listiana, D. (2017). *Analisis Pemahaman Diagram Dan Grafik Materi Fisika Pada Siswa SMA*. Skripsi. Semarang: UNNES.
- Liu, Z., & Stasko, J. (2010). *Mental Models, Visual Reasoning, and Interaction in Information Visualization: A Top-Down Perspective*. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20975137>
- Nersessian, N. J. (2007). *Mental Modeling in Conceptual Change Nancy J.*
- Nersessian College of Computing Georgia Institute of Technology.
- Rahayu, S. (2013). *Identifikasi Model Mental Siswa Kelas X SMAN 5 Yogyakarta Pada Materi Hukum Newton Tentang Gerak*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Kalijaga.
- Rian, P. (2018). *Kajian Literatur: Model Mental dan Metode Evaluasinya*. *Jurnal pendidikan Sains (JPS)*: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Saputri, D. R. (2017). *Pengembangan Instrumen Penilaian Kemampuan Berpikir Kritis Menggunakan Multi Representasi pada Materi Gelombang*. Skripsi. Jurusan Fisika: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan.
- Sendur, G., Toprak, M., & Pekmez, E. (4 Februari 2019). *Analyzing of students' misconceptions about chemical equilibrium*. Makalah disajikan pada International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya (Turkey).
- Sudjana. (2011). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Suwarno. (2013). Analisis Miskonsepsi Siswa SMA Kelas X pada Mata Pelajaran Fisika melalui CRI (Certainty of Response Index) Termodifikasi. *Jurnal Laporan Lemlit Analisis Miskonsepsi Dosen Pendidikan Fisika FITK UIN Syarif Hidayatullah*. 5(2): 221.

- Suwarto. (2013). *Pengembangan Tes Diagnostik Dalam Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Wang, C.Y. (2007). *The Role of Mental- Modelling Ability, Content Knowledge, and mental models in general, chemistry students Understanding about molecular polarity*. Disertasi. University of missouri-Columbia.
- Widiyanto, A., Eko. S., & Suci, P. (2018). *Analisis pemahaman konsep peserta didik dengan instrumen four tier diagnostic test pada materi gelombang mekanik*. Skripsi. Jurusan Fisika: Universitas K.H. A. Wahab Hasbullah.
- Yudani, N.W. (2018). *Identifikasi Model Mental Siswa Pada Materi Perpindahan Kalor di SMA Negeri 5 Palu*. Skripsi. Pendidikan Fisika: Universitas Tadulako.