



## Transformasi tes diagnostik *two tier* ke *four-tier* berbasis representasi jamak pada konsep atom dan molekul

**Muhammad Ikhsan Sukaria**

Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Makassar,  
Makassar

E-mail: [muhammad.ikhsan@unm.ac.id](mailto:muhammad.ikhsan@unm.ac.id)

### ARTICLE INFO:

Revised: 2025-05-11  
Accepted: 2025-05-30  
Published: 2025-06-01

### Kata Kunci:

Atom dan molekul, four tier, miskonspesi, tes diagnostik

### Keywords:

Atoms and molecules, diagnostic tests, four tier, misconception

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mentransformasi instrumen tes diagnostik *two-Tier* menjadi *four-Tier*, menentukan validitas, reliabilitas, dan karakteristik butir soal untuk mendiagnosis miskonsepsi yang terjadi pada konsep atom dan molekul. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan menggunakan model ADDIE. Model pengembangan ini terdiri atas 5 tahap: 1) *Analyze* (Analisis), 2) *Design* (Perancangan), 3) *Develop* (Pengembangan), 4) *Implementation* (Penyebaran), dan 5) *Evaluation* (evaluasi). Tes diagnostik *four-Tier* merupakan penyempurnaan dari tes *two-tier* yang hanya terdiri dari jawaban dan alasan. Tambahan *two-tier* pada tes diagnostik *four-Tier* meliputi tingkat keyakinan yang menunjukkan akurasi pada pilihan jawaban dan alasan memilih jawaban pada tier-I. Butir soal dikembangkan berbasis representasi jamak dimaksudkan untuk memudahkan siswa dalam memahami pokok pertanyaan. Subjek penelitian adalah siswa SMP kelas IX yang telah mempelajari materi atom molekul dan ion. Instrumen yang dihasilkan antara lain kisi-kisi, petunjuk pengerjaan, soal tes, kunci jawaban, pedoman penskoran, dan pedoman interpretasi hasil. Pengujian validitas oleh validator ahli menunjukkan instrumen yang dikembangkan valid. Reliabilitas tes yang dikembangkan sebesar 0,87. Analisis hasil penggunaan tes ditemukan lima profil pemahaman mengenai konsep yang diujikan yaitu *scientific conception*, *misconception*, *lack of knowledge*, *false positif*, dan *false negative* dari materi yang diujikan. Hasil penerapan tes instrumen tes diagnostik *four-Tier* diperoleh sebanyak 36,98% mengalami miskonsepsi pada konsep atom dan 34,97% pada konsep molekul. Berdasarkan temuan itu dapat disimpulkan bahwa tes diagnostik *four-Tier* yang dikembangkan mampu mengidentifikasi miskonsepsi pada konsep atom dan molekul

### ABSTRACT

This study aims to transform the *two-tier* diagnostic test instrument into a *four-tier* one, determine the validity, reliability, and characteristics of the test items to diagnose misconceptions that occur in the concept of atoms and molecules. This study is a development research using the ADDIE model. This development model consists of 5 stages: 1) *Analyze*, 2) *Design*, 3) *Develop*, 4) *Implementation*, and 5) *Evaluation*. The *four-tier* diagnostic test is a refinement of the *two-tier* test, which only consists of answers and reasons. The addition of a *two-tier* to the *four-tier* diagnostic test includes the level of confidence that indicates the accuracy of the answer choices and the reasons for choosing the answer in tier I. The test items are developed based on multiple representations to make it easier for students to understand the main questions. The study subjects were junior high school students in grade IX who had studied the material on atoms, molecules and ions.

The instruments produced include grids, instructions for working on the test, test questions, answer keys, scoring guidelines, and guidelines for interpreting the results. Validity testing by expert validators showed that the developed instrument was valid. The reliability of the developed test was 0.87. Analysis of the test results found five profiles of understanding of the concepts tested: scientific conception, misconception, lack of knowledge, false positive, and false negative from the material tested. The results of applying the four-tier diagnostic test instrument showed that 36.98% experienced misconceptions in the concept of atoms and 34.97% in the concept of molecules. Based on these findings, it can be concluded that the four-tier diagnostic test developed can identify misconceptions in the concepts of atoms and molecules

©2025 Arfak Chem: Chemistry Education Journal  
This is an open access article distributed under the CC BY-ND 4.0 license  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>)

**How to cite:** Sukaria, M. I. (2025). Transformasi tes diagnostik two tier ke four-tier berbasis representasi jamak pada konsep atom dan molekul. *Arfak Chem: Chemistry Education Journal*, 8(1), 714-724. <https://doi.org/10.30862/accej.v8i1.921>

## 1. INTRODUCTION

Pemahaman konsep dalam sains harus dipastikan bebas dari miskonsepsi, karena kesalahan pemahaman akan menghambat siswa dalam menerapkan pengetahuan sains secara berkelanjutan (Afif *et al.*, 2017). Miskonsepsi memegang peranan penting dalam kesalahan terstruktur berkelanjutan sehingga perlu dilakukan suatu analisis identifikasi terhadap kesalahan agar miskonsepsi dapat terselesaikan dengan baik (Suparman *et al.*, 2024). Beberapa pendekatan yang dapat digunakan dalam identifikasi ini antara lain wawancara (Adadan, 2013; Bergey *et al.*, 2015) peta konsep (Won *et al.*, 2014), pertanyaan terbuka atau kuesioner (Mufida *et al.*, 2024), two-tier multiple choice tests (tes pilihan ganda two-tier) (Samsudin *et al.*, 2024), three-tier multiple choices atau pilihan ganda three-tier, serta four-tier multiple choices atau pilihan ganda four-tier (Corradi *et al.*, 2014). Masing-masing metode ini memiliki kelebihan dan keterbatasan dalam mendeteksi miskonsepsi siswa.

Metode wawancara, meskipun mendalam, cenderung kurang efisien jika diterapkan pada sampel besar karena memerlukan waktu yang cukup lama dan proses analisis yang kompleks. Di sisi lain, tes pilihan ganda lebih praktis dalam hal pelaksanaan dan penilaian, namun tidak mampu secara efektif membedakan antara jawaban yang benar karena pemahaman yang tepat dan jawaban benar yang diperoleh melalui penalaran yang keliru (Matijašević *et al.*, 2016; Taban & Kiray, 2022).

Sebagai respons terhadap keterbatasan tersebut, dikembangkanlah tes pilihan ganda bertingkat (tier multiple choice tests) seperti tes two-tier (two-tier), three-tier (three-tier, dan four-tier (four-tier). Tes two-tier, misalnya, terdiri dari pertanyaan utama pada tier-I dan alasan yang mendasari jawaban pada tier-II (Caleon & Subramaniam, 2010; Farihah & Wildani, 2018; Syahrul & Setyarsih, 2015). Dalam pendekatan ini, jawaban hanya dianggap benar jika siswa mampu memilih

alasan yang sesuai. Hal ini memungkinkan deteksi jawaban yang salah meskipun didasari penalaran yang benar, maupun jawaban yang benar tetapi berlandaskan penalaran yang keliru. Namun, kelemahan dari model ini adalah ketidakmampuannya membedakan antara miskonsepsi yang bersumber dari kekurangan pengetahuan dan miskonsepsi akibat kesalahan dalam penalaran (Rodriguez & Towns, 2021; Taban & Kiray, 2022).

Untuk menjawab kekhawatiran terkait potensi salah identifikasi penyebab miskonsepsi pada tes two-tier, dikembangkanlah model three-tier yang menambahkan elemen baru berupa tingkat keyakinan siswa terhadap jawabannya. Skala keyakinan ini berkisar dari "sangat yakin" hingga "menebak," dan berfungsi untuk mengungkap seberapa yakin siswa dalam memilih jawaban dan alasan. Informasi ini memberikan gambaran lebih komprehensif terkait sumber miskonsepsi, apakah disebabkan oleh kesalahan pemahaman atau keterbatasan pengetahuan (Chu *et al.*, 2009; Rochim *et al.*, 2019).

Meskipun menawarkan kelebihan, tes three-tier juga memiliki keterbatasan, yakni ketidakmampuannya membedakan tingkat keyakinan antara pertanyaan utama dan alasan yang diberikan. Hal ini dapat mengarah pada penilaian yang terlalu tinggi terhadap kemampuan siswa dan kurang memperhitungkan pengaruh dari ketidaktahuan. Oleh karena itu, dilakukan pengembangan lebih lanjut melalui tes four-tier, yang mengintegrasikan tingkat keyakinan pada dua komponen sebelumnya: pertanyaan utama (tier 1) dan alasan (tier 3), masing-masing disertai dengan tingkat keyakinan (tier 2 dan 4) (Samsudin *et al.*, 2024; Wahyuni *et al.*, 2019). Dengan konfigurasi ini, tes four-tier mampu memberikan informasi diagnostik yang lebih akurat dan menyeluruh mengenai sumber miskonsepsi (Sholihat *et al.*, 2017).

Di antara berbagai metode yang telah disebutkan, tes diagnostik four-tier dinilai paling mampu mengungkap miskonsepsi siswa secara komprehensif. Karakteristiknya yang menyertakan pertanyaan, alasan, serta tingkat keyakinan, menjadikan model ini efektif dalam menutupi kelemahan metode-metode sebelumnya. Penggunaan tes four-tier telah banyak dikaji dalam berbagai konteks, baik di luar negeri—seperti pada materi optik geometris (Berger *et al.*, 2015; Irsanti *et al.*, 2020) dan gelombang (Syahrul & Setyarsih, 2015) maupun di dalam negeri, seperti pada topik usaha dan energi (Chu *et al.*, 2009; Rochim *et al.*, 2019), kemagnetan (Hermita *et al.*, 2017), energi dan momentum (Afif *et al.*, 2017), getaran (Cromley *et al.*, 2013; Rodriguez & Towns, 2021), serta hukum Newton (Fariyah & Wildani, 2018; Nurdiansyah, 2022). Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa tes ini efektif dalam mengidentifikasi dan menganalisis miskonsepsi siswa.

Dalam konteks evaluasi pembelajaran, penerapan representasi jamak juga menjadi pendekatan strategis (Dreher *et al.*, 2016; Karim, 2020; Won *et al.*, 2014). Salah satu penerapannya adalah dengan memasukkan berbagai bentuk representasi ke dalam komponen-komponen dalam soal pilihan ganda, seperti deskriptor, pernyataan pertanyaan, dan opsi jawaban. Umumnya, aspek-aspek ini didominasi oleh teks naratif. Dengan menambahkan elemen visual seperti gambar, grafik, tabel, dan diagram, siswa dapat memperoleh informasi yang lebih lengkap, yang pada gilirannya akan mempermudah dalam memahami konteks dan inti pertanyaan (Rahmayani, 2017; Samsudin *et al.*, 2024).

Penerapan representasi jamak dalam tes berbasis pilihan ganda didasarkan pada temuan bahwa representasi visual dalam bentuk gambar lebih mudah dipahami dibandingkan teks semata, khususnya dalam menjelaskan konsep-konsep kimia. (Amiruddin *et al.*, 2024; Luxford & Bretz, 2014) menyatakan bahwa visualisasi konsep sains yang dilengkapi dengan teks merupakan proses elaboratif

yang memperkaya kedalaman pemahaman. Demikian pula menegaskan bahwa kombinasi gambar dan teks dapat memperjelas serta memperkuat pemahaman siswa terhadap informasi dibandingkan hanya teks naratif saja (Lin *et al.*, 2016; Tippett, 2016).

## 2. METHODS

Proses transformasi instrumen tes diagnostik *four-tier* dilakukan untuk memperoleh gambaran profil pemahaman konseptual siswa, khususnya terkait konsep atom, molekul, dan ion. Proses pengembangan mengikuti model ADDIE yang terdiri atas lima tahapan: *Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation* (Dick *et al.*, 2015). Pada tahap *analyze*, ditetapkan ruang lingkup materi yang akan diujikan serta tujuan utama dari pengembangan instrumen. Tahap *design* meliputi penyusunan kisi-kisi soal, penulisan butir soal, serta proses telaah dan revisi untuk menjamin kualitas instrumen. Selanjutnya, pada tahap *development*, dilakukan uji coba terbatas menggunakan format pilihan ganda disertai alasan terbuka. Alasan yang diberikan siswa dianalisis untuk mengidentifikasi pola miskonsepsi, yang kemudian digunakan untuk menyusun opsi alasan pada *tier-III* dalam format *four-tier*. Setelah instrumen dikembangkan, tahap *implementation* dilakukan dalam skala yang lebih luas guna memperoleh data empirik. Data yang diperoleh menjadi dasar pada tahap *evaluation* untuk menilai keefektifan instrumen dalam mengidentifikasi miskonsepsi. Hasil akhir dari proses ini adalah instrumen diagnostik *four-tier* yang valid dan reliabel, serta mampu mendeteksi miskonsepsi siswa secara lebih mendalam pada materi atom, molekul, dan ion.

Subjek dalam penelitian ini terbagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok yang digunakan untuk mengidentifikasi konsep alternatif siswa dan kelompok yang digunakan untuk menguji instrumen yang telah dikembangkan. Proses identifikasi konsep alternatif dilakukan di SMP Negeri 2 Awangpone dengan melibatkan 30 siswa sebagai sampel. Sementara itu, pengujian instrumen hasil pengembangan dilaksanakan di tiga sekolah, yakni SMP Negeri 1 Tellu Siattinge, SMP Negeri 6 Watampone, dan MTsN Watampone, masing-masing dengan jumlah sampel 30 siswa, sehingga total sampel untuk tahap ini adalah 90 siswa. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling*.

Analisis data dalam penelitian ini mencakup pengujian validitas dan reliabilitas instrumen, serta analisis karakteristik soal yang meliputi tingkat kesukaran, daya pembeda, profil pemahaman siswa, dan interpretasi hasil tes diagnostik *Four-Tier*. Validitas isi dievaluasi oleh para ahli melalui *expert judgement*, sementara reliabilitas diuji menggunakan metode Alpha Cronbach. Untuk menganalisis miskonsepsi, digunakan kategori yang diajukan oleh Kaltacki. Identifikasi terhadap miskonsepsi ketika siswa memilih jawaban salah pada *tier-I*, dan mereka yakin dengan jawaban itu pada *tier-II*, salah pada jawaban di *tier-III*, serta yakin terhadap jawaban pada *tier-IV*. Adanya potensi siswa yang tidak menjawab maka pola jawabannya dikode dengan *Error (E)*. Keputusan mengenai level konsepsi siswa sesuai pada Tabel 1.

Tabel 1. Keputusan terhadap pola jawaban siswa

Tier-I	Tier-II	Tier-III	Tier-IV	Keputusan
Benar	Yakin	Benar	Yakin	SC
Benar	Yakin	Benar	Tidak yakin	LK
Benar	Tidak yakin	Benar	Yakin	LK
Benar	Tidak yakin	Benar	Tidak yakin	LK
Benar	Yakin	Salah	Yakin	FP
Benar	Yakin	Salah	Tidak yakin	LK
Benar	Tidak yakin	Salah	Yakin	LK
Benar	Tidak yakin	Salah	Tidak yakin	LK
Salah	Yakin	Benar	Yakin	FN
Salah	Yakin	Benar	Tidak yakin	LK
Salah	Tidak yakin	Benar	Yakin	LK
Salah	Tidak yakin	Benar	Tidak yakin	LK
Salah	Yakin	Salah	Yakin	MSC
Salah	Yakin	Salah	Tidak yakin	LK
Salah	Tidak yakin	Salah	Yakin	LK
Salah	Tidak yakin	Salah	Tidak yakin	LK

(Kaltacki, 2017)

Keterangan :

SC: Scientific Conception; LK: *Lack of Knowledge*; FN: *False Negatif*; FP: *False Positif*; MSC: *Misconception*

Penjelasan terhadap istilah itu sebagai berikut

1. Misconception adalah terjadi kesalahpahaman siswa dalam memahami sebuah konsep sementara di sisi lain mereka meyakini bahwa pemahamannya benar
2. Scientific Conception adalah pemahaman yang sesuai dengan konsepsi sains yang sebenarnya
3. Lack of knowledge adalah tipe pemahaman siswa yang kurang lengkap dan kurang yakin karena sedikitnya informasi yang dimiliki dalam menarik kesimpulan yang benar terhadap suatu konsep.
4. False Positif adalah jenis konsepsi siswa yang keliru dalam melakukan sebuah penalaran untuk jawaban benar yang mereka pilih.
5. False Negatif adalah jenis pemahaman siswa yang benar dalam penalaran akan tetapi salah dalam memilih jawaban yang benar Berdasarkan hasil tes, siswa kemudian diklasifikasikan ke dalam tiga kategori pemahaman: scientific conception, lack of knowledge, dan misconception.

### 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

Proses validasi dilakukan oleh dua orang ahli dengan tujuan untuk menilai kelayakan instrumen dalam mengidentifikasi miskonsepsi siswa. Hasil penilaian para ahli menunjukkan bahwa instrumen diagnostik Four-Tier yang dikembangkan telah memenuhi kriteria valid. Aspek-aspek yang divalidasi mencakup isi materi, konstruksi soal, penggunaan bahasa, serta tampilan visual

instrumen. Reliabilitas instrumen—yang mengukur konsistensi hasil pengukuran—diperoleh melalui metode Alpha Cronbach. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 16.0, yang menghasilkan nilai reliabilitas sebesar 0,983, yang menunjukkan bahwa instrumen ini sangat reliabel. Instrumen yang baik harus memenuhi syarat validitas dan reliabilitas yang tinggi, serta memiliki daya pembeda dan tingkat kesukaran yang sesuai.

Dari 16 butir soal yang dikembangkan, tiga termasuk dalam kategori mudah, delapan berada pada kategori sedang, dan lima soal tergolong sulit. Rentang nilai tingkat kesukaran berkisar antara 0,24 hingga 0,76. Sementara itu, daya pembeda menunjukkan soal yang dikembangkan mampu membedakan siswa yang paham tidak paham konsep. Sebagian besar soal berada pada tingkat kesukaran sedang, yang dirancang untuk menyesuaikan dengan beragam kemampuan siswa. Tingkat kesukaran yang seimbang bertujuan agar siswa dengan pemahaman rendah tetap dapat mengerjakan soal, sedangkan siswa dengan pemahaman tinggi tetap merasa tertantang. Adapun gambaran umum proses transformasi tes two-tier ke tes diagnostic four-tier dapat diamati pada tabel 1.

**Tabel 2.** Garis besar produk pengembangan

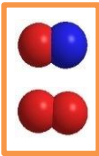
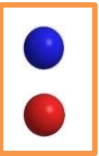
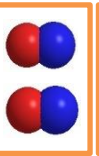
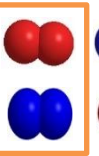


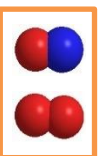
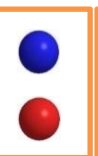
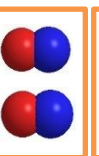
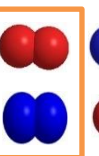


<b>Produk Pengembangan</b>	<b>Muatan</b>
Kisi-kisi soal tes diagnostik <i>Four-Tier</i>	Konsep, indikator, level kognitif, jenis representasi, nomor soal
Petunjuk pengerjaan soal	Petunjuk bagi siswa dalam mengerjakan tes
Butir soal tes diagnostik <i>Four-Tier</i>	Terdiri dari pilihan jawaban, tingkat keyakinan memilih jawaban, pilihan alasan, dan tingkat keyakinan memilih alasan
Kunci Jawaban	Nomor soal, pilihan jawaban dan pilihan alasan yang benar
Pedoman penskoran	Pedoman dalam memberikan nilai pada hasil pengerjaan tes oleh siswa
Pedoman Interpretasi Hasil	Pedoman dalam menentukan level konsepsi siswa

Tes diagnostik yang dikembangkan berbentuk (*Four-Tier*) dan terdiri dari empat komponen utama. Tier-I menyajikan pertanyaan utama dengan empat pilihan jawaban, yang terdiri dari satu jawaban benar dan tiga pengecoh. Tier-II mengukur tingkat keyakinan siswa terhadap jawaban yang mereka pilih pada tier-I, dengan dua opsi: yakin atau tidak yakin. Pada tier-III, siswa diminta untuk memilih alasan yang mendasari jawabannya di tier-I dari empat opsi yang telah disediakan, disertai dengan satu opsi alasan terbuka. Tier-IV kemudian mengukur tingkat keyakinan siswa terhadap alasan yang mereka pilih di tier-III, juga dengan dua pilihan: yakin dan tidak yakin. Instrumen ini terdiri atas 19 butir soal yang dikembangkan berdasarkan 11 indikator dan mencakup tiga topik utama, yaitu atom, molekul, dan ion. Prosedur penskoran dilakukan dengan memberikan skor 1 pada jawaban yang benar dan skor 0 pada jawaban yang salah. Responden yang tidak menjawab dikategorikan sebagai jawaban salah dan diberikan skor 0.

Desain awal dari tes diagnostik two-tier yang akan diubah dapat dilihat pada tabel 2. Pada tahap kedua dari tes two-tier, jawaban siswa tidak disajikan dalam bentuk pilihan ganda. Hal ini bertujuan agar jawaban yang diberikan dapat dikumpulkan, dianalisis, dan kemudian digunakan untuk menyusun pilihan alasan pada tier-III dalam format four-tier. Alasan pada tier-III dikategorikan sesuai dengan konsep atom dan molekul yang diujikan. Tidak semua jawaban yang

diberikan siswa dimasukkan ke pilihan alasan pada tier-III. Ada beberapa pilihan alasan yang dimasukkan juga oleh peneliti berdasarkan hasil kajian dari beberapa penelitian. Adapun rancangan akhir dari tes diagnostik four-tier yang dikembangkan ditampilkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Transformasi tes diagnostik two-tier ke four tier

Tes Diagnostik Four Tier	Tes Open Ended Two Tier
<p><b>Pertanyaan</b> 9. Gambar di bawah ini yang sesuai dengan penggabungan gas oksigen dan gas nitrogen dalam satu wadah adalah....</p>	<p><b>Pertanyaan</b> 9. Gambar di bawah ini yang sesuai dengan penggabungan gas oksigen dan gas nitrogen dalam satu wadah adalah....</p>
<p><b>Pilihan Jawaban (I)</b> A.  B.  C.  D.   </p>	<p><b>Pilihan Jawaban (I)</b> A.  B.  C.  D.   </p>
<p><b>Keterangan</b> = Oksigen</p>	<p><b>Keterangan</b> = Oksigen</p>
<p><b>Tingkat Keyakinan (II)</b> A. Ya B. Tidak</p>	<p><b>Alasan (II)</b> Jawaban : .....</p>
<p><b>Alasan (III)</b> A. Molekul es lebih rapat dari molekul air B. Molekul berubah bentuk dengan perubahan fase C. Elektron pada air lebih rapat dari molekul air D. Sifat molekul bergantung pada suhu</p>	
<p><b>Tingkat Keyakinan (IV)</b> A. Ya B. Tidak</p>	

Pada butir soal Tabel 3, terdapat beberapa siswa yang memilih option C. Siswa beranggapan bahwa gas nitrogen dan gas oksigen merupakan suatu molekul senyawa karena keduanya tersusun atas lebih dari satu atom. Anggapan seperti inilah yang tergolong kategori miskonsepsi karena molekul senyawa terbentuk ketika dua atom yang tidak sejenis atau lebih bergabung. Jika molekul hanya tersusun atas atom sejenis maka molekul tersebut dinamakan dengan jenis molekul unsur. Penyebab miskonsepsi ini bisa jadi disebabkan karena siswa melakukan *fallacy* (kesalahan) dalam berpikir dengan melakukan overgeneralisasi mengenai pengertian molekul. Siswa mungkin menganggap bahwa istilah molekul dalam segala hal memiliki definisi yang sama yaitu bergabungnya dua atom atau lebih.

Berdasarkan pedoman interpretasi jawaban siswa yang tercantum pada Tabel 1, tingkat penguasaan konsep siswa mengenai atom dan molekul disajikan pada tabel 4. Hasil pada Tabel 4 tersebut menunjukkan bahwa kategori miskonsepsi menempati persentase tertinggi dengan persentase 36,98% pada konsep atom dan 34,97% pada konsep molekul. Miskonsepsi paling dominan ditemukan pada butir soal nomor 4, 1, dan 10 yang masing-masing berkaitan dengan pemahaman yang keliru tentang pengaruh suhu terhadap perubahan wujud, anggapan bahwa

molekul terbentuk dari gabungan ion, serta kesulitan siswa dalam membedakan antara nomor atom dan nomor massa. Khusus untuk dua konsep terakhir ini harus dipastikan bahwa siswa mampu menjawab dengan benar karena merupakan konsep yang paling dasar yang mampu mempengaruhi tingkat pemahaman pada konsep-konsep kimia selanjutnya. Pengelompokan konsep siswa akan dilakukan untuk mengetahui profil level konsepnya.

**Tabel 4.** Persentase profil konsepsi siswa

No	Konsep	No Soal	LEVEL KONSEPSI											
			MSC		SC		LK		FP		FN		E	
			$\Sigma$	%	$\Sigma$	%	$\Sigma$	%	$\Sigma$	%	$\Sigma$	%	$\Sigma$	%
1	Atom	1	29	42,03	10	14,49	25	36,23	2	2,90	3	4,35	11	13,75
		2	24	35,29	13	19,12	26	38,24	3	4,41	2	2,94	12	15,00
		3	24	32	19	25,33	25	33,33	3	4,00	4	5,33	5	6,25
		4	39	53,42	7	9,59	21	28,77	5	6,85	1	1,37	7	8,75
		5	11	15,71	25	35,71	30	42,86	3	4,29	1	1,43	10	12,50
		6	30	40	20	26,67	23	30,67	1	1,33	1	1,33	5	6,25
		7	22	31,43	9	12,86	23	32,86	8	11,43	8	11,43	10	12,50
		8	36	50	11	15,28	22	30,56	2	2,78	1	1,39	8	10,00
		9	25	32,47	18	23,38	30	38,96	2	2,60	2	2,60	3	3,75
Jumlah			240	36,98	132	20,34	225	34,67	29	4,47	23	3,54	71	9,86
2	Molekul	10	28	41,79	5	7,6	30	44,78	1	1,49	3	4,48	13	16,25
		11	25	34,25	7	9,59	37	50,68	3	4,11	1	1,37	7	8,75
		12	27	39,13	13	18,84	29	42,03	0	0	0	0	11	13,75
		13	20	29,85	23	34,33	24	35,82	0	0	0	0	13	16,25
		14	20	29,41	8	11,76	34	50,00	3	4,41	3	4,41	12	15,00
		15	26	36,62	11	15,49	28	39,44	2	2,82	4	5,63	9	11,25
		16	25	33,78	13	17,57	23	31,08	5	6,76	8	10,81	6	7,50
Jumlah			171	34,97	80	16,36	205	41,92	14	2,86	19	3,89	71	12,68

Berdasarkan pola respon yang diberikan siswa, mereka dapat dikelompokkan ke dalam 5 kategori yaitu *scientific conception*, *misconception*, *lack of knowledge*, *false positif*, dan *false negative*. Rekapitulasi konsepsi siswa disajikan pada Tabel 4 sebagai data penting yang dapat dimanfaatkan oleh guru untuk merancang intervensi pembelajaran guna mengatasi miskonsepsi yang terjadi. Melalui rekapitulasi ini, guru dapat mengidentifikasi dengan lebih jelas siswa yang memahami konsep secara tepat, siswa yang belum memahami, serta siswa yang memiliki pemahaman keliru terhadap konsep.

## 4. CONCLUSIONS

Penelitian ini menghasilkan suatu produk pengembangan berupa transformasi tes diagnostik *open-ended two-tier* menjadi tes diagnostik *four-tier* berbasis representasi jamak. Produk tersebut mencakup kisi-kisi soal, petunjuk pengerjaan, butir soal, kunci jawaban, pedoman penskoran, serta pedoman interpretasi hasil. Beberapa miskonsepsi yang berhasil diidentifikasi meliputi anggapan bahwa molekul mengalami perubahan bentuk seiring perubahan fase, sifat molekul bergantung pada suhu zat, molekul merupakan gabungan ion, atom memiliki warna khas, serta ukuran atom ditentukan oleh jumlah atom itu sendiri. Temuan ini membuka peluang bagi penelitian lanjutan untuk mengeksplorasi lebih dalam efektivitas penggunaan representasi jamak dalam tes diagnostik *four-tier*. Integrasi representasi visual ke dalam butir soal diyakini mampu meminimalisasi miskonsepsi yang muncul akibat ketidaksesuaian antara soal dan konsep yang diukur.

Penelitian ini menegaskan pentingnya pengembangan instrumen diagnostik yang tidak hanya mampu mengidentifikasi miskonsepsi secara akurat, tetapi juga memperhatikan aspek visual-konseptual dalam desain soalnya. Temuan ini diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan asesmen konseptual yang lebih representatif dan diagnostik terhadap pemahaman ilmiah siswa.

---

## REFERENCES

- Adadan, E. (2013). Using Multiple Representations to Promote Grade 11 Students' Scientific Understanding of the Particle Theory of Matter. *Research in Science Education*, 43(3), 1079–1105. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9299-9>
- Afif, N. F., Nugraha, M. G., & Samsudin, A. (2017). *Developing energy and momentum conceptual survey (EMCS) with four-tier diagnostic test items*. 050010. <https://doi.org/10.1063/1.4983966>
- Amiruddin, M. Z. B., Samsudin, A., Suhandi, A., & Costu, B. (2024). Bibliometric Investigation in Misconceptions and Conceptual Change Over Three Decades of Science Education. *International Journal of Educational Methodology*, volume–10–2024(volume–10–issue–3–august–2024), 367–385. <https://doi.org/10.12973/ijem.10.3.367>
- Bergey, B. W., Cromley, J. G., & Newcombe, N. S. (2015). Teaching High School Biology Students to Coordinate Text and Diagrams: Relations with Transfer, Effort, and Spatial Skill. *International Journal of Science Education*, 37(15), 2476–2502. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1082672>
- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939–961. <https://doi.org/10.1080/09500690902890130>
- Chu, H., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2009). A stratified study of students' understanding of basic optics concepts in different contexts using two-tier multiple-choice items. *Research in Science & Technological Education*, 27(3), 253–265. <https://doi.org/10.1080/02635140903162553>
- Corradi, D. M. J., Elen, J., Schraepen, B., & Clarebout, G. (2014). Understanding Possibilities and Limitations of Abstract Chemical Representations for Achieving Conceptual Understanding. *International Journal of Science Education*, 36(5), 715–734. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.824630>
- Cromley, J. G., Perez, T. C., Fitzhugh, S. L., Newcombe, N. S., Wills, T. W., & Tanaka, J. C. (2013). Improving Students' Diagram Comprehension with Classroom Instruction. *The Journal of Experimental Education*, 81(4), 511–537. <https://doi.org/10.1080/00220973.2012.745465>

- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2015). *The Systematic Design of Instruction* (8th ed.). Pearson.
- Dreher, A., Kuntze, S., & Lerman, S. (2016). Why Use Multiple Representations in the Mathematics Classroom? Views of English and German Preservice Teachers. *International Journal of Science and Mathematics Education, 14*(S2), 363–382. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9633-6>
- Farihah, U., & Wildani, A. (2018). Identifikasi Miskonsepsi Siswa Dengan Three Tier Essay Test Item Pada Materi Hukum Newton Di SMA Negeri 1 Pademawu. *Wacana Didaktika, 6*(01), 86–100.
- Irsanti, R., Khaldun, I., & Hanum, L. (2020). Identifikasi miskonsepsi siswa menggunakan four-tierdiagnostic test pada materi larutan elektrolit dan larutan non elektrolit di kelas x sma islam al-falah kabupaten aceh besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia, 2*(3). <https://jim.usk.ac.id/pendidikan-kimia/article/view/4927/0>
- Karim, A. (2020). *Identifikasi Miskonsepsi Siswa Pada Konsep Stoikiometri Menggunakan Four-Tier Multiple Choice Test Di SMA Negeri 8 Kota Tangerang Selatan* [B.S. thesis, Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta]. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/51455>
- Lin, Y. I., Son, J. Y., & Rudd, J. A. (2016). Asymmetric translation between multiple representations in chemistry. *International Journal of Science Education, 38*(4), 644–662. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1144945>
- Luxford, C. J., & Bretz, S. L. (2014). Development of the Bonding Representations Inventory To Identify Student Misconceptions about Covalent and Ionic Bonding Representations. *Journal of Chemical Education, 91*(3), 312–320. <https://doi.org/10.1021/ed400700q>
- Matijašević, I., Korolija, J. N., & Mandić, L. M. (2016). Translation of  $P = kT$  into a pictorial external representation by high school seniors. *Chemistry Education Research and Practice, 17*(4), 656–674. <https://doi.org/10.1039/C6RP00030D>
- Mufida, S. N., Kaniawati, I., Samsudin, A., Suhendi, E., Aminudin, A. H., Umar, F. A., Astuti, I. R. W., Kunaedi, J., & Dewi, F. H. (2024). Developing Multitier Open-ended Transverse Wave Instrument (MOTWI): How to Assess Students' Misconceptions? *KnE Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i13.16006>
- Nurdiansyah, I. (2022). *Analisis miskonsepsi siswa pada materi evolusi sub-bab adaptasi menggunakan metode three tier test* [PhD Thesis, UIN Sunan Gunung Djati]. <https://digilib.uinsgd.ac.id/60018/>
- Rahmayani, R. F. I. (2017). Identifikasi kesulitan siswa dalam memahami materi termokimia dengan menggunakan three-tier multiple choice diagnostic instrument di kelas XI MIA 5 MAN Model Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia, 2*(1). <https://jim.usk.ac.id/pendidikan-kimia/article/view/3402>
- Rochim, F. N., Munawaroh, F., Wulandari, A. Y. R., & Ahied, M. (2019). Identifikasi Profil Miskonsepsi Siswa Pada Materi Cahaya Menggunakan Metode Four Tier Test Dengan Certainty of Response Index (Cri). *Natural Science Education Research (NSER), 2*(2), 140–149.
- Rodriguez, J.-M. G., & Towns, M. H. (2021). Analysis of biochemistry students' graphical reasoning using misconceptions constructivism and fine-grained constructivism: Why assumptions about the nature and structure of knowledge matter for research and teaching. *Chemistry Education Research and Practice, 22*(4), 1020–1034. <https://doi.org/10.1039/D1RP00041A>
- Samsudin, A., Zulfikar, A., Saepuzaman, D., Suhandi, A., Aminudin, A. H., Supriyadi, S., & Coştu, B. (2024). Correcting grade 11 students misconceptions of the concept of force through the conceptual change model (CCM) with PDEODE E tasks. *Journal of Turkish Science Education, 2*. <https://doi.org/10.36681/tused.2024.012>
- Sholihat, F. N., Samsudin, A., & Nugraha, M. G. (2017). Identifikasi miskonsepsi dan penyebab miskonsepsi siswa menggunakan four-tier diagnostic test pada sub-materi fluida dinamik: Azas kontinuitas. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika, 3*(2), 175–180.
- Suparman, A. R., Rohaeti, E., & Wening, S. (2024). Student Misconception In Chemistry: A Systematic Literature Review. *Pegem Journal of Education and Instruction, 14*(2), 238-252. <https://doi.org/10.47750/pegegog.14.02.28>
- Syahrul, D. A., & Setyarsih, W. (2015). Identifikasi miskonsepsi dan penyebab miskonsepsi siswa dengan three-tier diagnostic test pada materi dinamika rotasi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF), 4*(03), 67–70.
- Taban, T., & Kiray, S. A. (2022). Determination of Science Teacher Candidates' Misconceptions on Liquid Pressure with Four-Tier Diagnostic Test. *International Journal of Science and Mathematics Education, 20*(8), 1791–1811. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10224-8>

- Tippett, C. D. (2016). What recent research on diagrams suggests about learning *with* rather than learning *from* visual representations in science. *International Journal of Science Education*, 38(5), 725–746. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1158435>
- Wahyuni, A. S. A., Rustaman, N., Rusdiana, D., & Muslim. (2019). Analyze of conceptions and misconceptions on pre-service teacher about light. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(5), 052071. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052071>
- Won, M., Yoon, H., & Treagust, D. F. (2014). Students' Learning Strategies With Multiple Representations: Explanations of the Human Breathing Mechanism: Learning Strategies With Multiple Representations. *Science Education*, 98(5), 840–866. <https://doi.org/10.1002/sce.21128>
-