

PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES BERORIENTASI *HIGHER ORDER THINKING SKILLS (HOTS)* DENGAN BANTUAN VISUALISASI MOLEKUL 3D *SOFTWARE* AVOGADRO PADA MATERI HIDROKARBON

(Skripsi)

Oleh:
MUTIARA KHOIRUNNISA
NPM 1713023007



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES BERORIENTASI *HIGHER ORDER THINKING SKILLS (HOTS)* DENGAN BANTUAN VISUALISASI MOLEKUL 3D *SOFTWARE* AVOGADRO PADA MATERI HIDROKARBON

Oleh

Mutiara Khoirunnisa

Instrumen tes berbasis visualisasi 3D sangat diperlukan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik, tanggapan guru dan siswa, dan kendala dalam membuat instrumen tes yang dikembangkan. Desain penelitian yang dipakai yaitu penelitian dan pengembangan menurut Borg & Gall. Tahapan penelitian ini dilakukan sampai tahap 5 dari 10 tahapan, yaitu (1) penelitian dan pengumpulan data, (2) perencanaan produk, (3) pengembangan draft awal, (4) uji coba lapangan awal, dan (5) revisi hasil uji coba lapangan awal.

Instrumen tes yang dikembangkan merujuk indikator Taksonomi Bloom revisi yaitu C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (mencipta). Instrumen tes ini menggunakan *software* Avogadro sebagai media visualisasi 3D. Hasil validasi instrumen tes pada aspek keterbacaan, konstruksi, dan kesesuaian isi materi 79,98%, 75,24%, dan 76,1%. Ketiga aspek menunjukkan kategori tinggi. Hasil respon guru terhadap aspek keterbacaan dan konstruksi yaitu 82,21% dan 81,71% (kedua aspek kategori sangat tinggi), sedangkan aspek kesesuaian isimateri sebesar 80% dengan kategori tinggi. Hasil respon siswa pada aspek keterbacaan sebesar 87,85% berkategori sangat tinggi. Dengan demikian, instrumen tes berorientasi *HOTS* dengan bantuan visualisasi molekul 3D *software* Avogadro pada materi hidrokarbon menunjukkan hasil valid dan layak untuk dipakai.

Kata kunci: instrumen tes, keterampilan berpikir tingkat tinggi, visualisasi molekul 3D, *Software* Avogadro, senyawa hidrokarbon

. PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES BERORIENTASI *HIGHER ORDER THINKING SKILLS (HOTS)* DENGAN BANTUAN VISUALISASI MOLEKUL 3D *SOFTWARE* AVOGADRO PADA MATERI HIDROKARBON

Oleh

MUTIARA KHOIRUNNISA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN

Pada

**Program Studi Pendidikan Kimia
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES BERORIENTASI *HIGHER ORDER THINKING SKILLS (HOTS)* DENGAN BANTUAN VISUALISASI MOLEKUL 3D SOFTWARE AVOGADRO PADA MATERI HIDROKARBON**

Nama Mahasiswa : *Mutiara Khoirunnisa*

Nomor Pokok Mahasiswa : **1713023007**

Program Studi : **Pendidikan Kimia**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



Dr. M. Setyarini, M.Si.
NIP 19670511 199103 2 001

Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc.
NIP 19901206 201912 1001

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP 19600301 198503 1 003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. M. Setyarini, M.Si.**



Sekretaris : **Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc.**



Anggota : **Lisa Tania, S.Pd., M.Sc.**



Mekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Prof. Dr. Sunyono, M.Si.
NIP 196512301991111001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **05 April 2023**

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mutiara Khoirunnisa
Nomor Pokok Mahasiswa : 1713023007
Program Studi : Pendidikan Kimia
Jurusan : Pendidikan MIPA

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata kelak di kemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan bertanggungjawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 06 April 2023

Yang menyatakan



Handwritten signature of Mutiara Khoirunnisa.

Mutiara Khoirunnisa
NPM 1713023007

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, tanggal 15 Februari 1999, anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menyelesaikan pendidikan formal yang dimulai di TK Sandhy Putra Telkom pada tahun 2004, kemudian Sekolah Dasar di SD Al-Azhar 2 Bandar Lampung tahun 2005-2011, lalu MTsN 2 Bandar Lampung pada tahun 2011-2014, selanjutnya di SMAN 1 Bandar Lampung tahun 2014-2017.

Pada tahun 2017, penulis diterima sebagai mahasiswa di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama perkuliahan, penulis mengikuti kegiatan organisasi kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Pendidikan Eksakta (HIMASAKTA) tahun 2017-2019.

Pada tahun 2020, penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) dan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di Desa Pulau Legundi, Kecamatan Punduh Pidada, Kabupaten Pesawaran, Lampung.

PERSEMBAHAN

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Segala puji dan syukur bagi Allah swt. atas rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Ku persembahkan karya ini sebagai tanda hormat dan terima kasih ku kepada:

- ❖ Ayah dan Ibu tercinta, yang selalu mendoakan disetiap waktu, memberi dukungan agar aku terus melangkah dan tidak mudah menyerah, dan kasih sayang yang tiada tara.
- ❖ Kakakku tersayang, Dian Yunita yang selalu memberikan doa dan dukungan yang tulus kepada ku.
- ❖ Para Guru dan Dosen, yang telah membimbing dan memberi ilmunya dengan tulus dan ikhlas.
- ❖ Sahabat dan teman-teman, terima kasih atas pengalaman berharga saat bersama kalian baik dalam keadaan suka, duka, tangis, dan tawa. Semoga ukhuwah ini akan terus terjaga selamanya, tak lekang oleh waktu.
- ❖ Almamater tercinta, Universitas Lampung yang telah memberi kesempatan untuk menimba ilmu sebanyak-banyaknya dan memberi makna/arti dari sebuah perjuangan untuk mencapai gelar sarjana.

MOTTO

Sesungguhnya, bersama kesulitan ada kemudahan.

(Q.S. Al-Insyirah: 6)

Boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu padahal itu tidak baik bagimu. Allah mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui.

(Q.S. Al-Baqarah: 216)

Life is only a path full of effort.

(Byun Baekhyun)

Segala sesuatu yang baik selalu datang disaat terbaiknya. Persis waktunya. Tidak datang lebih cepat, pun tidak lebih lambat. Itulah mengapa rasa sabar harus disertai dengan keyakinan.

(Tere Liye)

Pupuklah mimpi dan harapan beserta doa dan ikhtiar.

(Deassy M. Destiani)

SANWACANA

Segala puji bagi Allah swt. atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Pengembangan Instrumen Tes Berorientasi *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dengan Bantuan Visualisasi Molekul 3D *Software* Avogadro Pada Materi Hidrokarbon” sebagai salah satu syarat mencapai gelar sajana dapat terselesaikan. Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si. selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
3. Ibu Lisa Tania, S.Pd., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia, pembahas, dan validator atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Dr. M. Setyarini, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan dan masukan selama proses penyusunan skripsi.
5. Bapak Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc. selaku Pembimbing II atas kesediaannya memberikan bimbingan, saran dan kritik untuk skripsi ini.
6. Ibu Dra. Ila Rosilawati, M.Si., selaku validator atas penilaian produk instrumen tes serta kritik dan saran perbaikan yang telah diberikan.
7. Ibu Gamila Nuri Utami, M.Pd. selaku validator atas penilaian produk instrumen tes serta kritik dan saran perbaikan yang telah diberikan.
8. Seluruh Dosen Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Lampung yang telah memberikan ilmunya selama perkuliahan.
9. Kepala Sekolah SMAN 1 Bandar Lampung Bapak Drs. Hi. Ngimron Rosadi, M.Pd., para guru kimia di SMAN 1 Bandar Lampung, SMAN 10 Bandar Lampung, dan SMAN 14 Bandar Lampung, dan seluruh peserta didik

SMAN 1 Bandar Lampung kelas XI MIPA 3 yang telah bersedia membantu penelitian ini.

10. Ayah dan Ibu (Drs. Buyung Sukandar dan Lifiah), serta kakak (Dian Yunita) dan seluruh keluarga besar atas doa, dukungan, motivasi, dan nasehat yang telah diberikan.
11. Rekan-rekan satu timku (Warda Sukmawati dan Siti Fatimah) atas dukungan, motivasi, dan kerja sama selama proses penyusunan skripsi hingga selesai. Para sahabat dan teman terbaikku selama perkuliahan (Ilufa Haniffah, Via Nur' Afifah, Atika Agustiana, Retia Rahma U., Desi Aprilia, Nia Maulina, Aynun Dinda P., Warda Sukmawati, Dian Larasati K, dan Risa Ramadhani), serta seluruh teman-teman angkatan 2017 dan semua pihak yang tidak dapat dituliskan satu per satu atas kebersamaan, dukungan, bantuan, dan semangat yang telah diberikan.

Akhir kata, semoga Allah swt. membalas segala kebaikan mereka yang telah diberikan hingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.

Aamiin ya robbal'alamin.

Bandar Lampung, 06 April 2023

Penulis,

Mutiara Khoirunnisa

NPM 1713023007

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Instrumen Tes	6
1. Pengertian Tes	6
2. Bentuk Tes Hasil Belajar.....	6
3. Syarat-syarat Tes	9
4. Langkah-langkah Pengembangan Tes.....	11
B. <i>Higher Order Thinking Skills (HOTS)</i>	12
C. Media Visualisasi	14
D. Instrumen Tes Berbasis Visualisasi Molekul 3D.....	15
E. <i>Software</i> Avogadro	15
F. Penelitian yang Relevan.....	23
III. METODE PENELITIAN	25
A. Metode Penelitian.....	25
B. Sumber Data	25
C. Teknik Pengumpulan Data	26
D. Instrumen Penelitian.....	26
E. Alur Penelitian	27
F. Langkah-langkah Penelitian	29
G. Teknik Analisis Data	31
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	35
A. Hasil Penelitian dan Pembahasan.....	35
B. Kendala Pada Proses Pengembangan Produk Instrumen Tes	59
V. KESIMPULAN DAN SARAN	60
A. Kesimpulan	60
B. Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	66
1. Analisis KI-KD.....	67
2. Analisis Konsep.....	92
3. RPP	95
4. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Guru	118
5. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Siswa.....	124
6. Hasil Validasi Ahli dan Persentase Aspek Keterbacaan.....	128
7. Hasil Validasi Ahli dan Persentase Aspek Konstruksi	132
8. Hasil Validasi Ahli dan Persentase Aspek Kesesuaian Isi Materi.....	135
9. Hasil Tanggapan Guru dan Persentase Aspek Keterbacaan	139
10. Hasil Tanggapan Guru dan Persentase Aspek Konstruksi	143
11. Hasil Tanggapan Guru dan Persentase Aspek Kesesuaian Isi Materi	146
12. Hasil Tanggapan Siswa dan Persentase Aspek Keterbacaan.....	150
13. Hasil Pengaplikasian Soal Pilihan Ganda.....	156
14. Hasil Pengaplikasian Soal Esai.....	159

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi Dimensi Proses Berpikir.....	13
2. Jenis-jenis Media	14
3. Penelitian Relevan	23
4. Penskoran Pada Angket Berdasarkan Skala Likert.....	32
5. Tafsiran Persentase Angket	33
6. Kriteria Validasi Persentase.....	34
7. Rincian Soal-soal.....	42
8. Hasil Validasi Ahli	45
9. Hasil Validasi Aspek Kesesuaian Isi Materi	52
10. Hasil Tanggapan Guru	56
11. Hasil Tanggapan Guru Aspek Kesesuaian Isi Materi.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tampilan <i>Software</i> Avogadro	16
2. Tampilan Submenu Pada Menu File	17
3. Tampilan Submenu Pada Menu Edit	17
4. Tampilan <i>Duplicate View</i>	18
5. Tampilan <i>Reset Display Types</i>	19
6. Tampilan <i>Debug Information</i>	19
7. Tampilan <i>All Molecules In File</i>	20
8. Tampilan <i>Molecule Properties</i>	20
9. Tampilan Jendela <i>Software</i> Avogadro	21
10. Gambar Molekul Metana Pada Avogadro	22
11. Gambar Molekul Metanol Pada Avogadro	22
12. Tampilan Jendela <i>Extensions</i>	23
13. Alur Pengembangan Instrumen Tes Berorientasi <i>Higher Order Thinking Skills (HOTS)</i> Menggunakan Visualisasi Molekul 3D <i>Software</i> Avogadro Pada Materi Hidrokarbon	28
14. Persentase analisis kebutuhan guru terkait bentuk soal yang digunakan oleh guru pada materi hidrokarbon	36
15. Persentase analisis kebutuhan guru terkait pengetahuan visualisasi <i>software</i> Avogadro	37
16. Persentase analisis kebutuhan guru terkait penerapan visualisasi 3D <i>software</i> Avogadro pada materi hidrokarbon	37
17. Persentase analisis kebutuhan siswa terkait bentuk soal tes yang diberikan oleh guru	38
18. Persentase analisis kebutuhan siswa pada penggunaan visualisasi 3D <i>software</i> Avogadro instrumen tes	38
19. Persentase analisis kebutuhan siswa terkait akan dikembangkannya instrumen tes	38
20. <i>Cover</i> Luar Produk Instrumen Tes	40
21. <i>Cover</i> Panduan <i>Software</i> Avogadro	41
22. <i>Cover</i> Belakang Produk Instrumen Tes	44
23a. Petunjuk Soal Sebelum Revisi	46
23b. Petunjuk Soal Setelah Revisi	46
24a. Soal Nomor 1 Sebelum Revisi	47
24b. Soal Nomor 1 Setelah Revisi	47
25a. Jawaban Nomor 2 Esai Sebelum Revisi	47

25b. Jawaban Nomor 2 Esai Setelah Revisi	49
26a. Rubrik Penskoran Soal Nomor 1 Sebelum Revisi	49
26b. Rubrik Penskoran Soal Nomor 1 Setelah Revisi	50
27a. Rubrik Penskoran Soal Nomor 3 Sebelum Revisi	50
27b. Rubrik Penskoran Soal Nomor 3 Setelah Revisi	51
28a. Rubrik Penskoran Soal Nomor 5 Sebelum Revisi	51
28b. Rubrik Penskoran Soal Nomor 5 Setelah Revisi	52
29. Hasil Analisis Data Jawaban Siswa Pada Tiap Indikator Soal Pilihan Ganda	54
30. Hasil Analisis Data Jawaban Siswa Pada Tiap Indikator Soal Esai	55

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Keterampilan abad ke-21 sangat penting untuk dikuasai oleh setiap orang agar berhasil dalam menghadapi tantangan, permasalahan kehidupan, dan karir di abad ke-21 (Redhana, 2019). *National Education Association* (n.d.) telah mengidentifikasi bahwa keterampilan abad ke-21 dikenal sebagai keterampilan “*The 4Cs.*” Keterampilan abad ke-21 ini meliputi keterampilan *Critical Thinking and Problem Solving* (berpikir kritis dan pemecahan masalah), *Communication* (komunikasi), *Collaboration* (kolaborasi), dan *Creativity and Innovation* (kreativitas dan inovasi).

Salah satu keterampilan berpikir yang perlu dilatihkan kepada peserta didik yaitu keterampilan berpikir tingkat tinggi. *Higher Order Thinking Skills* merupakan program yang dikembangkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan untuk meningkatkan mutu pembelajaran dan lulusan (Ariyana dkk., 2018). Berdasarkan Taksonomi Bloom yang telah direvisi, *HOTS* terdiri dari menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6) (Anderson & Krathwohl, 2001).

Keterampilan berpikir tingkat tinggi bisa didapatkan oleh peserta didik apabila mereka dapat memahami materi, menerapkan apa yang sudah mereka ketahui, dan menerapkan ide-ide mereka. Keterampilan berpikir tingkat tinggi bisa diterapkan pada mata pelajaran kimia. Berdasarkan Permendikbud 2014, kimia sebagai proses mencakup cara berpikir dan tahap-tahap kegiatan ilmiah untuk memperoleh produk kimia. Produk kimia yang dihasilkan yaitu pengetahuan terkait fakta, konsep, aturan, hukum, prinsip, dan teori.

Banyak siswa menganggap kimia sebagai ilmu yang sulit. Kesulitan mata pelajaran ini disebabkan konsep-konsep pada materi yang kompleks dan abstrak. Hal ini menyebabkan kurangnya minat siswa untuk mempelajari kimia. Salah satunya yaitu materi hidrokarbon. Ciri-ciri dari materi hidrokarbon ini, yaitu; 1. Materi hidrokarbon mengandung banyak istilah yang berbeda-beda; 2. Istilah tersebut seringkali merupakan nama-nama senyawa yang asing untuk siswa; 3. Materi ini termasuk materi yang padat, jadi memerlukan waktu lebih lama di kelas (Pratiwi dkk., 2013). Pada materi hidrokarbon ini siswa juga harus mampu membedakan senyawa-senyawa hidrokarbon dari ikatan jenuh dan tak jenuh, menyebutkan sifat-sifat fisik dan kimianya, memberi nama suatu senyawa, dan memprediksi isomer senyawa hidrokarbon. Tentunya hal ini membutuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, tidak hanya sekadar hafalan materi.

Dalam mengukur keterampilan berpikir tingkat tinggi ini membutuhkan instrumen tes. Instrumen tes harus mampu menghasilkan pengukuran dan analisis yang tepat sebagai sarana menentukan kualitas hasil dan upaya perbaikan proses pendidikan (Chan dkk., 2014). Kategori soal dapat berupa pertanyaan yang mengetes siswa untuk memecahkan suatu permasalahan, berpikir kreatif, dan berpikir kritis. Permasalahan yang berorientasi *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* biasanya kompleks dan melibatkan cara pengerjaan yang bervariasi, yang didapatkan dari pengalaman dan pengetahuan setiap siswa (Ahmad & Sukiman, 2019).

Sayangnya, sebagian besar pertanyaan yang dipakai di sekolah-sekolah Indonesia dirancang untuk menguji ingatan siswa, dan pertanyaan-pertanyaan yang digunakan untuk melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi hanya sedikit (Kusuma dkk, 2017). Hal ini bisa diketahui dari beberapa penelitian yang dilakukan oleh Otavia (2020), Multini (2020), Hidayati (2018), Lailly dan Wisudawati (2015) menyatakan bahwa soal-soal belum mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Padahal saat ini, soal *HOTS* termasuk ke dalam instrumen yang ditekankan dalam ujian nasional. dan juga sering dipakai dalam survei internasional misalnya pada *Program for International Student Assessment (PISA)*.

Higher Order Thinking Skills menjunjung tinggi filosofi dari Pendidikan Sains Nasional, yang bertujuan untuk menghasilkan individu yang memiliki kompetensi ilmu pengetahuan dan teknologi (Pheng dkk., 2005). Pada saat ini, perkembangan teknologi dan informasi dapat digunakan dalam kegiatan evaluasi pembelajaran baik sebagai soal latihan ataupun sebagai soal ujian. Salah satu dari pemanfaatan teknologi yaitu dengan memvisualisasikan suatu bentuk molekul dalam tiga dimensi (3D) pada soal-soal tes yang akan dibuat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Iordache dkk., (2012) menyatakan bahwa hambatan yang dihadapi peserta didik adalah kesukaran dalam mengimajinasikan struktur atom dan molekul dalam bentuk 3 dimensi. Ini karena posisi atom-atom dalam ruang 3 dimensi dan sudut ikatan dalam molekul perlu divisualisasikan untuk membantu mengilustrasikan molekul 3 dimensi pada soal tes. Oleh sebab itu, perlu media untuk memvisualisasikan bentuk-bentuk molekul 3 dimensi pada soal-soal tes yang akan diberikan kepada peserta didik.

Banyak *software* yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan bentuk molekul dalam tiga dimensi (3D) pada soal-soal tes evaluasi, diantaranya yaitu Hyperchem, Gaussian, dan Avogadro. Sayangnya, *software* Hyperchem dan Gaussian, merupakan perangkat lunak yang berbayar jika ingin menggunakannya sedangkan kelebihan dari *software* Avogadro yaitu berbasis *open source* dan memiliki fitur visualisasi 3D yang sangat bagus (Cornell dan Hutchison, 2015). Peranan visualisasi 3D menggunakan *software* Avogadro ini yaitu bertujuan untuk membantu memperjelas pengamatan peserta didik terhadap bentuk molekul 3D pada soal tes yang diberikan. Hal ini bisa diterapkan pada salah satu kompetensi dasar, KD 3.1 yaitu menganalisis struktur dan sifat senyawa hidrokarbon berdasarkan pemahaman kekhasan atom karbon dan penggolongan senyawanya dan KD 4.1 mengolah dan menganalisis struktur dan sifat senyawa hidrokarbon berdasarkan pemahaman kekhasan atom karbon dan penggolongan senyawanya. Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang telah diuraikan, maka dilakukan

penelitian yang berjudul “Pengembangan Instrumen Tes Berorientasi *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dengan Bantuan Visualisasi Molekul 3D *Software Avogadro* Pada Materi Hidrokarbon.”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik instrumen tes berorientasi *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dengan bantuan visualisasi molekul 3D *software Avogadro* pada materi hidrokarbon yang dikembangkan?
2. Bagaimana tanggapan guru terhadap instrumen tes yang dikembangkan ?
3. Bagaimana tanggapan siswa terhadap instrumen tes yang dikembangkan ?
4. Apa saja kendala yang ditemukan dalam penyusunan instrumen tes yang dikembangkan?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk:

1. Mengembangkan instrumen tes berorientasi *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dengan bantuan visualisasi molekul 3D *software Avogadro* pada materi hidrokarbon.
2. Mendeskripsikan karakteristik instrumen tes dari hasil pengembangan.
3. Mendeskripsikan tanggapan guru terhadap instrumen tes dari hasil penelitian dan pengembangan yang dilakukan.
4. Mendeskripsikan tanggapan siswa terhadap instrumen tes yang dikembangkan.
5. Mendeskripsikan kendala-kendala yang ditemukan dalam penyusunan instrumen tes.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini, yaitu:

1. Manfaat bagi peserta didik
Adanya pengembangan instrumen tes berorientasi *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dengan bantuan visualisasi molekul 3D *software Avogadro* pada materi hidrokarbon diharapkan dapat melatih keterampilan berpikir

tingkat tinggi peserta didik dalam memecahkan soal-soal *HOTS*.

2. Manfaat bagi guru

Adanya pengembangan instrumen tes ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi dalam penggunaan instrumen tes yang memuat media visualisasi 3D pada evaluasi pembelajaran kimia.

3. Manfaat bagi sekolah

Adanya pengembangan instrumen tes ini diharapkan dapat menjadi informasi dalam meningkatkan mutu pembelajaran kimia di sekolah.

4. Manfaat bagi peneliti lain

Adanya pengembangan instrumen tes berorientasi *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dengan bantuan visualisasi molekul 3D *software Avogadro* pada materi hidrokarbon diharapkan dapat menjadi referensi untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait pengembangan instrumen tes pembelajaran kimia.

E. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Instrumen tes yang dikembangkan adalah instrumen tes berorientasi *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dengan bantuan visualisasi molekul 3D *software Avogadro* pada materi hidrokarbon yang melibatkan indikator keterampilan menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6) (Anderson & Krathwohl, 2001).
2. Bentuk soal yang dikembangkan adalah soal pilihan ganda dengan jumlah *option* jawaban yaitu 5 dan soal esai.
3. Langkah-langkah pengembangan tes yaitu: (1) menentukan tujuan tes, (2) menganalisis kurikulum, (3) membuat kisi-kisi, (4) menulis soal tes, (5) menelaah instrumen tes, (6) melakukan ujicoba dan menganalisis hasil ujicoba tes, (7) merevisi soal (Paryono, 2015).
4. Instrumen tes dapat dikatakan valid apabila hasil persentase yang berasal dari validator ahli, respon angket guru, dan siswa, yaitu 76% - 100% yang berarti layak / tidak perlu revisi (Arikunto, 2008).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Instrumen Tes

1. Pengertian Tes

Tes merupakan tugas yang berupa pertanyaan atau instruksi lain untuk dikerjakan oleh siswa. Hasil dari penyelesaian tes digunakan untuk memberi kesimpulan khusus bagi siswa (Asrul dkk., 2014). Respons siswa dari serangkaian soal menunjukkan keahlian siswa dibidang khusus. Tes sebagai alat ukur berguna untuk mendapatkan info tentang hasil belajar peserta didik yang perlu tanggapan. Penggunaan tes tidak sesuai apabila digunakan dalam menilai sikap karena sikap tidak bisa dimasukkan ke dalam golongan benar ataupun salah (Widoyoko, 2016).

Manfaat dari tes yaitu untuk mengukur seberapa banyak pengetahuan yang didapat seseorang pada tingkat tertentu dari serangkaian materi yang terbatas. Oleh sebab itu, tes menjadi alat ukur yang dimanfaatkan dalam dunia pendidikan. Ini disebabkan karena masih banyak yang meyakini bahwa keberhasilan seseorang adalah seberapa banyak siswa memahami materi yang dipelajari pada tingkatan pendidikan tertentu (Hamzah, 2014). Dalam membuat soal tes, pembuat soal perlu menentukan bentuk tes seperti apa yang akan digunakan.

2. Bentuk Tes Hasil Belajar

Menurut Widoyoko (2016) bentuk tes berdasarkan bentuk respon peserta didik dibagijadi dua kategori, yaitu sebagai berikut:

a. Tes Objektif

Tes ini merupakan tes yang berisi kemungkinan jawaban atau jawaban yang wajib dipilih oleh siswa. Oleh karena itu, pembuat pertanyaan menyediakan kemungkinan jawaban. Selanjutnya, siswa sekadar memilih opsi jawaban yang sudah tersedia. Korektor dapat secara objektif memeriksa jawaban semua

peserta tes. Sifat objektif tersebut bisa juga dilakukan menggunakan mesin, contohnya seperti *scanner*. Tes objektif terbagi jadi 7 kategori, yaitu:

1) Tes Benar-Salah

Tes benar-salah merupakan tipe soal yang dilengkapi dengan opsi jawaban ataupun pernyataan benar dan salah.

2) Tes Menjodohkan

Pertanyaan yang bertipe menjodohkan ini terdiri dari dua kolom atau dua kelompok. Pada kolom yang terletak di kiri berisi pertanyaan atau pernyataan atau *stem* atau dikenal sebagai premis. Pada kolom kanan merupakan kumpulan respon. Siswa wajib menemukan dan mencocokkan kelompok jawaban tersebut sampai cocok dengan kelompok pertanyaan.

3) Tipe Pilihan Berganda

Tipe ini merupakan tipe tes yang tiap itemnya mempunyai beberapa pilihan jawaban. Tes ini memiliki dua bagian, sebagai berikut: a) pertanyaan, dan b) pilihan jawaban.

4) Tipe Pilihan Berganda Menganalisis Keterkaitan Antara 2 Hal

Tipe tes ini memiliki dua *stem* dengan kemungkinan ada atau tidaknya hubungan sebab-akibat.

5) Tipe Pilihan Berganda dengan Menganalisis Masalah

Tipe soal pada tes ini yaitu siswa diberikan soal yang mengandung suatu permasalahan. Permasalahan disajikan dengan bentuk peristiwa, cerita, dll. Para siswa akan diberikan sejumlah soal dengan bentuk pertanyaan yang melengkapi pilihan.

6) Tipe Pilihan Berganda Asosiasi

Tipe ini hampir sama dengan tipe melengkapi pilihan. Perbedaannya yaitu pada tipe melengkapi pilihan sekadar memiliki satu jawaban benar, namun pada tipe pilihan berganda asosiasi ini bisa memiliki lebih dari satu jawaban yang benar.

7) Tipe Pilihan Berganda menggunakan Tabel, Diagram, Grafik, dan sejenisnya

Tipe tes ini serupa dalam struktur dan bentuk soalnya dengan tipe tes analisis masalah. Perbedaannya pada bentuk tes ini, permasalahan tidak

diberikan dengan wujud cerita, namun permasalahan diberikan dalam bentuk tabel, diagram, grafik, dan sejenisnya.

Menurut Labudasari & Rochmah (2018), tes objektif ini memiliki kelebihan, yaitu soal akan lebih mudah dianalisis dari segi validitas, realibilitas, daya pembeda, dan tingkat kesukaran. Tes objektif juga dapat mewakili sebagian besar materi yang diajarkan oleh pendidik kepada peserta didik. Terakhir, pemeriksaan hasil tes dapat diwakili kepada orang lain.

Kekurangan dari tes objektif menurut Arikunto (2018), yaitu peserta didik memiliki banyak peluang untuk berspekulasi, proses persiapannya sulit, dan sebagian besar soal tergolong ke dalam keterampilan mengingat.

b. Tes Subjektif

Tes ini adalah tes yang berupa item pertanyaan yang membutuhkan jawaban untuk diberikan dengan cara mengungkapkan pikiran siswa. Sistem penilaian tes subjektif ini bergantung dengan respon siswa dan penilai. Apabila respon antar siswa sama, namun mereka bisa mendapatkan penilaian yang tidak sama karena pemberi nilai yang berbeda. Biasanya, bentuk soal dari tes ini yaitu bentuk esai (Widoyoko, 2016).

Pada umumnya, pertanyaan pada tes subjektif ini hanya berkisar 5-10 soal dengan waktu pengerjaan sekitar 90 - 120 menit. Pertanyaan dengan format deskriptif tersebut membuat siswa agar memiliki kemampuan mengorganisasikan, menginterpretasikan, menghubungkan makna-maknanya. Jadi, bisa dikatakan bahwa tes ini membutuhkan kemampuan memori dan kemampuan pengenalan, serta tingkat kreativitas yang tinggi (Arikunto, 2018).

Menurut Labudasari & Rochmah (2018) bahwa tes subjektif mempunyai kelebihan dan kekurangan. Keuntungan dari tes subjektif ini, yaitu siswa tidak banyak peluang untuk berspekulasi. Persiapan menyusun soal-soal lebih mudah, dan memberikan peluang siswa dalam mengungkapkan pendapat dengan gayanya masing-masing.

Kekurangan dari tes ini yaitu dipengaruhi oleh unsur subjektif sehingga membutuhkan waktu lebih lama dalam pemeriksaan hasil jawaban, pemeriksaan tersebut tidak bisa diwakilkan oleh orang lain, dan cenderung memiliki validitas dan reliabilitas yang rendah. Setelah mempertimbangkan bentuk soal tes yang akan dibuat maka pembuat soal perlu memperhatikan hal-hal penting untuk menghasilkan tes yang baik.

3. Syarat-syarat Tes

Menurut Arikunto (2018) suatu tes bisa disebut tes yang baik jika memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

a. Validitas

Validitas menjadi syarat penting dari sebuah alat penilaian. Tes dikatakan valid jika bisa mengukur apa yang akan diukur. Validnya suatu tes maka akan memberikan data hasil belajar yang valid. Validitas memiliki beberapa jenis, yaitu validitas isi, validitas konstruk, validitas logis, serta validitas ramalan. Dimensi validitas terpenting yaitu validitas isi karena menggambarkan seberapa jauh korelasi antara nilai tes dengan penguasaan siswadi bidang studi yang diujikan (Arikunto, 2018).

b. Reliabilitas

Kata reliabilitas memiliki arti yaitu dapat dipercaya. Instrumen tes yang dapat dipercaya mampu memberi hasil yang konsisten jika diteskan berulang kali. Artinya, jika para peserta didik mengikuti tes yang sama pada waktu yang berbeda, setiap peserta didik dalam kelompoknya tetap berada pada urutan sama. Meskipun, hasil tes nampak lebih baik pada tes yang kedua, disebabkan karena semua peserta didik mengalami peningkatan, maka bisa dikatakan bahwa tes yang dipakai reliabilitasnya tinggi. Peningkatan dari tes yang kedua mungkin karena “pengalaman” diperoleh saat tes pertama. Dalam situasi tersebut adanya *carry over effect* atau *practice effect*, yang merupakan efek bawaan dari peserta didik yang telah mengalami suatu aktivitas (Arikunto, 2018).

c. Objektivitas

Objektif artinya tidak ada faktor pribadi yang mempengaruhinya. Tes yang punya objektivitas berarti tidak mengandung unsur subjektif yang memengaruhinya, khususnya pada sistem penilaiannya. Faktor-faktor yang memengaruhi tingkat subjektivitas berupa pemberi skor dan bentuk tes. Pada tes yang berbentuk esai, kemungkinan besar pemberi skor memberi Nilai dengan cara tersendiri. Oleh sebab itu, peserta didik dalam menyelesaikan soal-soal dapat memiliki perbedaan nilai jika dikoreksi lebih dari satu orang. Oleh karena itu, saat ini pemakaian tes objektif cenderung dipakai pada beberapa aspek (Arikunto, 2018).

d. Praktikabilitas

Menurut Arikunto (2018) suatu tes dapat memiliki praktikabilitas tinggi apabila memiliki sifat praktis dan mudah dilakukan.

Ciri-ciri dari praktis ialah sebagai berikut:

- 1) Tes yang pelaksanaannya mudah, sehingga tidak memerlukan banyak peralatan serta memberikan keleluasaan peserta didik dalam mengerjakan soal yang mudah terlebih dahulu.
- 2) Tes yang memeriksanya mudah, maksudnya tes dilengkapi kunci jawaban dan petunjuk penilaian. Soal-soal yang berbentuk objektif, pemeriksaannya lebih mudah dikerjakan.
- 3) Tes yang terdapat instruksi di dalamnya sehingga bisa diwakilkan pemeriksaannya (Arikunto, 2018).

e. Ekonomis

Ekonomis berarti melakukan pengujian tes dengan tidak memerlukan pengeluaran yang besar, bantuan orang banyak, serta durasi panjang (Arikunto, 2018).

Dalam membuat instrumen tes yang baik, maka diperlukan pemahaman terkait langkah-langkah yang akan diambil untuk mengembangkan suatu tes.

4. Langkah-langkah Pengembangan Tes

Menurut Paryono (2015) terdapat beberapa langkah yang perlu dilalui dalam mengembangkan tes, yaitu:

a. Menentukan tujuan tes

Kegiatan menentukan tujuan tes perlu dilakukan sebab instrumen tes yang akan dikembangkan nanti bergantung dari tujuan tes yang telah ditetapkan.

b. Menganalisis kurikulum

Pada tahap ini, dilakukan dengan cara menelaah kurikulum yang didalamnya memuat Standar Kompetensi Dasar (SKD) lalu disesuaikan dengan tujuan tes yang telah dibuat. Hal ini bertujuan agar soal-soal yang akan dikembangkan nanti sesuai dengan indikator dari Kompetensi Dasar (KD).

c. Membuat kisi-kisi

Kisi-kisi yang akan dibuat merupakan satu-kesatuan dari Standar Kompetensi Dasar (SKD), indikator, materi, dan bentuk tes.

d. Menulis soal tes

Soal-soal tes yang ditulis harus berdasarkan indikator yang sudah dibuat. Jadi, pada tahap ini indikator yang sudah dibuat akan dijabarkan menjadi pertanyaan-pertanyaan yang karakteristiknya sesuai dengan rincian kisi-kisi yang telah dibuat sebelumnya (Mardapi, 2007).

e. Menelaah instrumen tes

Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan dari instrumen tes yang telah dibuat dengan cara meminta bantuan dari para ahli yang sudah berpengalaman.

f. Melakukan ujicoba dan menganalisis hasil ujicoba tes

Pada tahap ujicoba ini, peserta didik akan diberikan soal-soal yang telah dibuat sebelumnya. Kegiatan ini bertujuan untuk mendapatkan data hasil ujicoba sebagai dasar untuk menganalisis validitas, reabilitas, tingkat kesukaran, efektivitas pengecoh, dll. Pada tahap ini, data hasil ujicoba akan dianalisis untuk mengetahui

tingkat kevalidan instrumen tes yang dikembangkan. Apabila masih terdapat soal-soal yang belum memenuhi standar kualitas maka perlu dilakukan revisi.

g. Merevisi soal

Pada tahap terakhir ini, soal-soal yang masih belum memenuhi standar kualitas akan dilakukan revisi sedangkan soal-soal yang sudah memenuhi kualitas tidak perlu dilakukan revisi. Apabila terdapat soal-soal yang kurang baik, namun tidak memungkinkan untuk direvisi maka soal tersebut perlu dibuang. Setelah itu, menyusun ulang kembali soal-soal menjadi satu-kesatuan perangkat instrumen tes.

Dalam membuat soal tes, pendidik perlu memperhatikan level kognitif yang akan dicapai peserta didik. Pada saat ini, peserta didik perlu diberikan soal tes yang memuat keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*) guna meningkatkan mutu hasil pembelajaran di sekolah.

B. *Higher Order Thinking Skills (HOTS)*

Ada dua jenis proses kognitif pada Taksonomi Bloom yang direvisi, yaitu *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* dan disebut *Lower Order Thinking Skill (LOTS)*. Pada *Lower Order Thinking Skill (LOTS)* terdiri dari kemampuan mengingat (C1), memahami (C2), dan menerapkan (C3) sedangkan *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* terdiri dari menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6) (Anderson & Krathwohl, 2001).

Higher Order Thinking Skill (HOTS) atau keterampilan berpikir tingkat tinggi merupakan teknik berpikir yang tidak sekadar melibatkan memori verbal, tapi menafsirkan esensi yang terkandung di dalamnya. Dalam memaknai makna maka diperlukan pemikiran yang konstruktif dari menganalisis, menyintesis, mengasosiasi sampai membuat kesimpulan dalam menciptakan ide yang kreatif dan produktif (Ernawati, 2017).

Krathwohl (2002) mengkategorikan segi proses berpikir pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Dimensi Proses Berpikir

	Kategori	Kata Kunci
HOTS (<i>Higher Order Thinking Skill</i>)	Mencipta	<ul style="list-style-type: none"> • Menghasilkan • Merencanakan • Memproduksi
	Mengevaluasi	<ul style="list-style-type: none"> • Memeriksa • Mengkritik
	Menganalisis	<ul style="list-style-type: none"> • Membedakan • Mengorganisasikan • Menghubungkan
LOTS (<i>Lower Order Thinking Skill</i>)	Mengaplikasi	<ul style="list-style-type: none"> • Menerapkan • Mengoperasikan
	Memahami	<ul style="list-style-type: none"> • Menafsirkan • Mencontohkan • Mengklasifikasikan • Meringkas • Menyimpulkan • Membandingkan • Menjelaskan
	Mengingat	<ul style="list-style-type: none"> • Mengingat kembali • Mengenali

Sumber : Krathwohl (2002)

Kegiatan belajar-mengajar dapat berarti apabila siswa mampu untuk mencapai level kognitif keterampilan tingkat tinggi. Siswa yang berhasil mencapai level kognitif ini tidak sekadar mengingat atau memahami konsep dalam pembelajaran, tetapi siswa juga bisa menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6) suatu konsep. Selanjutnya, konsep-konsep tersebut dapat menempel dalam ingatan siswa dengan waktu yang panjang, maka dari itu siswa perlu mempunyai *Higher Order Thinking Skills* (Lailly, 2015).

Siswa yang memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi bisa membedakan gagasan-gagasan dengan jelas, mampu mengeluarkan pendapat dengan baik, mampu menyelesaikan permasalahan, mengkonstruksi penjelasan, berhipotesis, serta memahami soal-soal yang sifatnya kompleks (Widodo & Kadarwati, 2013).

Soal-soal tes yang berorientasi keterampilan tingkat tinggi ini dapat dibuat menggunakan bantuan media visualisasi. Hal ini dikarenakan seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, sehingga media tidak hanya digunakan sebagai pembelajaran melainkan dapat digunakan juga sebagai visualisasi 3D dalam kegiatan evaluasi.

C. Media Visualisasi

Arsyad (2015) mengungkapkan bahwa media merupakan asal kata dari *medius*, artinya yaitu perantara. Apabila diartikan ke dalam bahasa arab, memiliki arti pengantar atau perantara pesan dari orang yang mengirim pesan kepada orang yang menerima pesan.

Terdapat berbagai jenis media yang dipakai di dalam kelas. Pengelompokan media menurut Anderson (1976) terdiri dari 10 jenis yang tertera pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Jenis-jenis media

No.	Golongan Media	Contoh
1.	Media audio	Kaset audio, siaran radio, CID, telepon
2.	Media cetak	Buku pelajaran, modul, brosur, leaflet, gambar
3.	Media audio cetak	Kaset audio yang dilengkapi bahan tertulis
4.	Media proyeksi visual diam	<i>Overhead</i> transparansi (OHT), film bingkai (<i>slide</i>)
5.	Media proyeksi audio visual diam	Film bingkai (<i>slide</i>) bersuara
6.	Media visual gerak	Film bisu
7.	Media audio visual gerak	Film gerak bersuara, video NCD, televisi
8.	Media objek fisik	Benda nyata, model, specimen
9.	Manusia dan lingkungan	Guru, pustakawan, laboran
10.	Media komputer	CAI (pembelajaran berbantuan komputer) dan CBI (pembelajaran berbasis komputer)

Salah satu media yang mampu meningkatkan perhatian siswa yaitu media komputer (Arsyad, 2015). Komputer mampu digunakan sebagai media karena memiliki komponen-komponen yang mendukung dalam menarik perhatian siswa berupa warna, animasi grafis, dan musik (Sadiman, 2014). Artinya, media dapat digunakan untuk membuat soal-soal tes evaluasi dengan tujuan untuk meningkatkan hasil pembelajaran.

D. Instrumen Tes Berbasis Visualisasi Molekul 3D

Strategi dalam kegiatan evaluasi diperlukan untuk memperbaiki hasil tes peserta didik. Strategi tersebut berupa penggunaan visualisasi. Uttal & Doherty (2008) mendefinisikan visualisasi sebagai semua jenis representasi fisik yang dirancang untuk membuat konsep abstrak terlihat. Menurut Sari dkk., (2019) penggunaan strategi visualisasi yaitu untuk menolong peserta didik agar dapat memahami teks lebih baik sebab peserta didik mampu mengimajinasikan soal yang telah dibaca. Pendapat ini sejalan dengan Harvey & Goudvis dalam Dewi (2013), “Visualisasi merujuk ke kemampuan kita untuk menciptakan gambar dalam benak kita berdasarkan soal teks yang kita baca.”

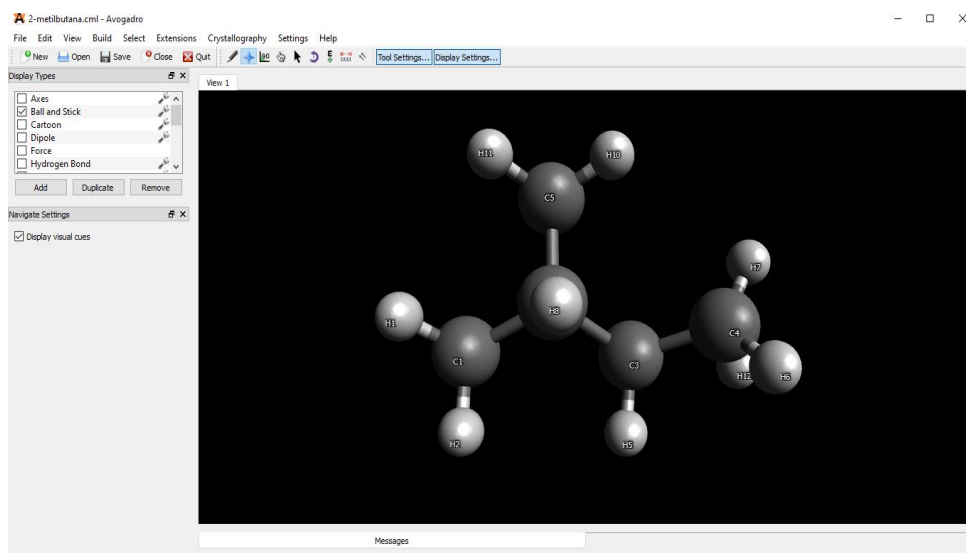
Menurut Copolo & Hounsell (1995) bahwa peserta didik yang menggunakan model komputer untuk visualisasi 3 dimensi memiliki hasil belajar yang lebih baik dalam kemampuannya melihat sudut ruang dalam suatu molekul 3 dimensi setelah diberikan soal-soal tes berbasis visualisasi pada materi struktur kimia organik. Penggunaan visualisasi dalam soal-soal evaluasi kimia ini sangat berguna untuk membantu siswa dalam meningkatkan pemahaman pada soal tes yang diberikan. Media visualisasi yang diterapkan pada soal tes, berasal dari *software-software* yang dapat membuat gambar 3 dimensi secara jelas.

E. Software Avogadro

Salah satu *software* yang mampu digunakan sebagai visualisasi pada soal tes, yaitu *software* Avogadro. *Software* Avogadro merupakan “editor molekuler”, yang dirancang agar mudah digunakan untuk membuat dan melihat molekul

dalam 3D. Aplikasi ini bisa dioperasikan di beberapa sistem yaitu sistem Windows, Mac, dan Linux (Jekyll & Mistakes, 2018).

Proyek Avogadro didirikan pada akhir tahun 2006 dan menjadi aplikasi penting untuk membangun, mengedit, memvisualisasikan, dan menganalisis data kimia dan molekuler. Avogadro termasuk perangkat lunak *open source*. *Open source* artinya gratis dan tidak berbayar. Aplikasi ini memudahkan para penggunanya untuk dapat melakukan visualisasi untuk penggunaan kimia komputasi, pemodelan molekul, bioinformatika, dan bidang lainnya yang terkait (Hanwell dkk, 2012). Berikut ini merupakan tampilan dari *software* Avogadro yang dapat diamati pada Gambar 1.



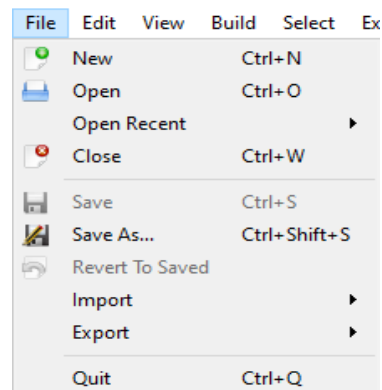
Gambar 1. Tampilan *Software* Avogadro

Pada *software* Avogadro terdapat beberapa menu, yaitu menu file, edit, *view*, *build*, *select*, dan *extension*. Berikut ini beberapa penjelasan dari menu-menu tersebut:

1. Menu File

Pada menu file menyediakan kebutuhan standar untuk membuat file baru, menyimpan dokumen, serta membuka dan menutup dokumen. Menu ini juga menyediakan kemampuan untuk mengimpor file dari berbagai database.

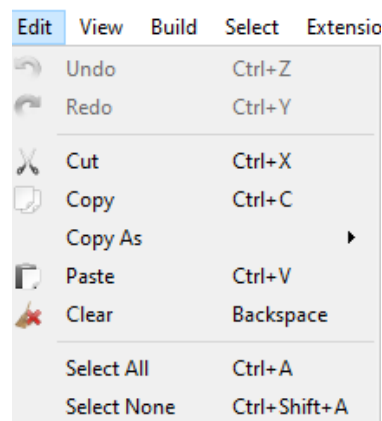
Tampilan submenu yang terdapat dalam menu file ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini :



Gambar 2. Tampilan submenu pada menu file

2. Menu Edit

Pada menu ini menyediakan kemampuan untuk mengelola revisi file dasar. Beberapa submenu dari menu edit yaitu *undo*, *redo*, *cut*, *copy*, *copy as*, *paste*, *clear*, *select all*, dan *select none*. Tampilan submenu tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan submenu pada menu edit

3. Menu View

Pada menu ini, pengguna dapat menambahkan dan menyesuaikan tampilan-tampilan yang sedang digunakan. Berikut ini beberapa submenu yang terdapat di dalam menu view:

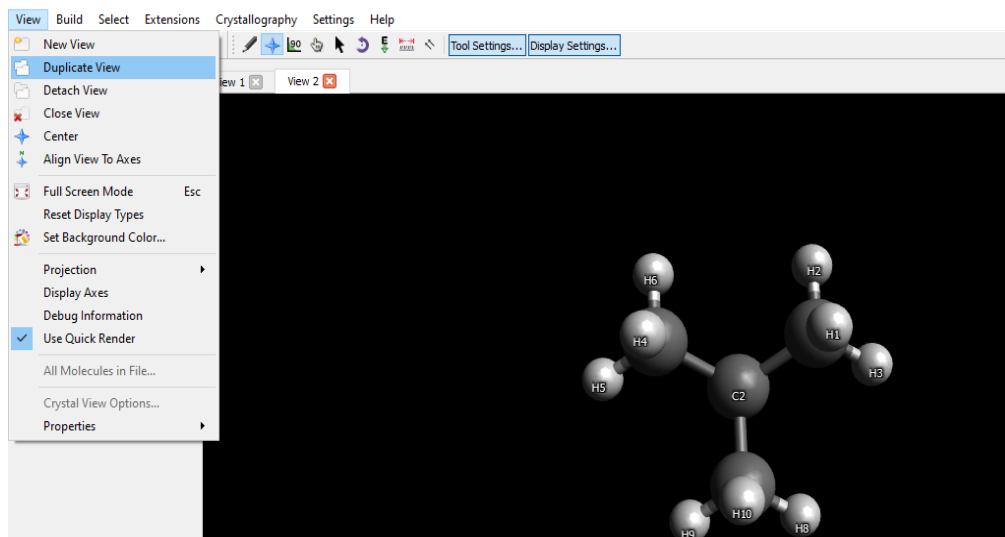
a. *New View*

Menu ini berfungsi untuk membuat jendela tampilan baru yang kosong.

b. *Duplicate View*

Pada menu ini, setelah memilih bagian “*Duplicate View*” lalu menarik ke

bawah, maka tampilan duplikat akan muncul. Setiap perubahan yang dilakukan pada jendela tampilan akan diperbarui secara otomatis pada bagian “view”. Contoh tampilan “*Duplicate View*” ditunjukkan pada Gambar 4 dibawah ini :



Gambar 4. Tampilan ”*Duplicate View*”

c. *Detach View*

Pada submenu ini berfungsi untuk menampilkan tampilan saat ini di jendela baru.

d. *Close View*

Submenu ini berfungsi untuk menutup tampilan yang terbuka. Tampilan ini juga dapat ditutup dengan mengklik simbol “x” disebelah kiri tab tampilan.

e. *Center*

Submenu ini berfungsi untuk menyelaraskan molekul ke tengah tampilan layar.

f. *Align View To Axes*

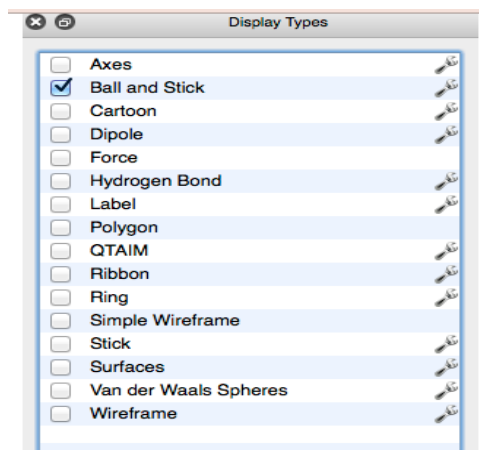
Submenu *Align View To Axes* berfungsi untuk menyesuaikan tampilan pada bidang x, y dengan sumbu z positif mengarah Anda.

g. *Full Screen*

Submenu ini berfungsi untuk memperluas jendela layar komputer.

h. *Reset Display Types*

Submenu ini berfungsi untuk membatalkan pilihan semua jenis tampilan yang dicentang, dan kembali ke jenis tampilan “*Ball and Stick.*” Berikut ini tampilan setelah mengklik *Reset Display Types* disajikan pada Gambar 5:



Gambar 5. Tampilan *Reset Display Types*

i. *Set Background Color*

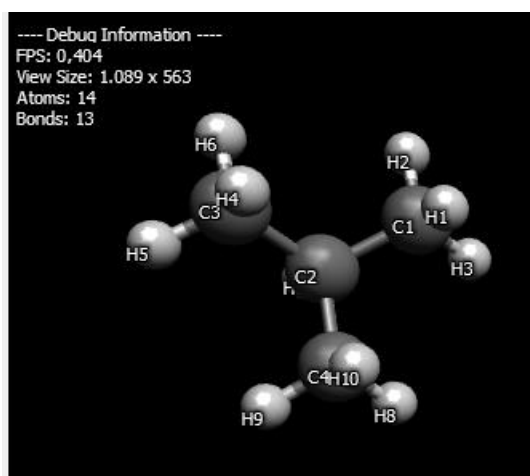
Fitur dari “*Set Background Color*” berfungsi untuk mengubah warna latar belakang tampilan jendela.

j. *Projection*

Ada dua jenis dari fitur proyeksi (prospektif dan proyeksi ortografis). Proyeksi perspektif memberikan tampilan yang lebih realistis (3D). Sedangkan proyeksi ortografis, menyediakan dan menyesuaikan molekul tampilan planar (2D), di mana semua atom serupa disesuaikan agar tetap berukuran sama.

k. *Debug Information*

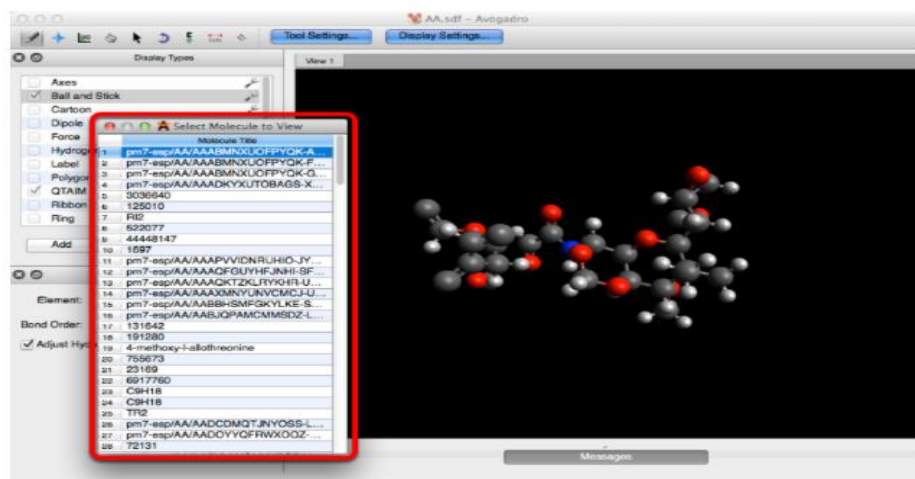
Fitur ini berfungsi untuk memberikan informasi tambahan tentang tampilan yang sedang berlangsung di layar. Tampilan dari *Debug Information* disajikan pada Gambar 6 di bawah ini:



Gambar 6. Tampilan *Debug Information*

1. *All Molecules in File*

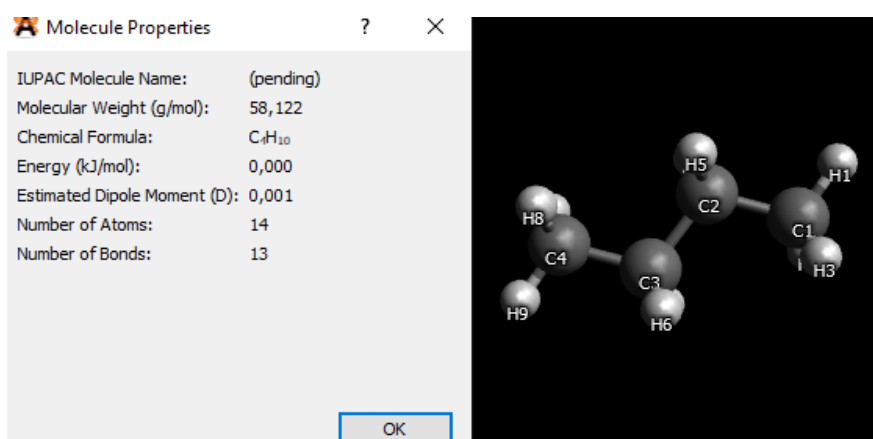
Fitur ini berfungsi untuk melihat semua molekul yang sebelumnya telah dibuat dan disematkan ke dalam satu file. Dari kotak dialog yang muncul, dapat memilih dan mengedit molekul dengan mengklik judul molekul. Berikut ini Gambar 7 merupakan tampilan dari fitur “*All Molecules in File*”:



Gambar 7. Tampilan *All Molecules in File*

m. *Properties*

Fitur *Properties* berfungsi untuk mengetahui sifat suatu molekul, atom, ikatan, sudut, torsi, dan konformer. Fitur ini menampilkan informasi komposisi umum tentang molekul dan atom yang ada. Misalnya, mengklik “*Molecules Properties*” maka akan menampilkan informasi molekul secara umum. Tampilan untuk “*Molecules Properties*” disajikan pada Gambar 8:



Gambar 8. Tampilan *Molecule Properties*

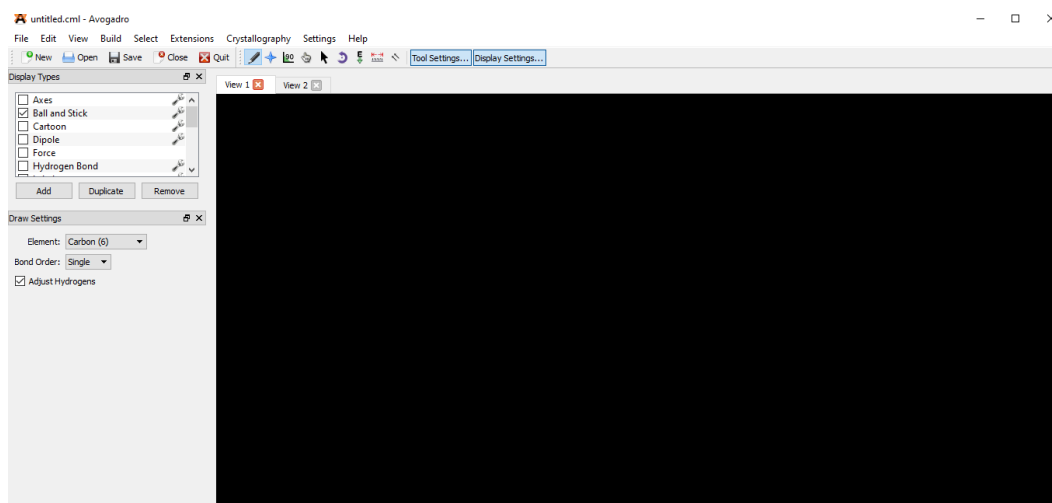
Adapun kelebihan dari *software* Avogadro, yaitu sebagai berikut :

- 1) Cross-platform : Editor molekul pada sistem Windows, Mac, dan Linux
- 2) Open Source: Gratis dan mudah untuk diinstal
- 3) International : Terjemahan ke dalam bahasa Cina, Prancis, Jerman, Italia, Rusia, Spanyol, dan lainnya dengan lebih banyak bahasa
- 4) Bersifat Intuitif : Dibuat agar mampu dengan mudah digunakan oleh mahasiswa dan para peneliti.
- 5) Cepat : Mendukung *multi-threaded rendering* dan komputasi.
- 6) Fleksibel : Fitur *Open Bible* mampu mengimpor file-file kimia lain, input untuk beberapa paket kimia komputasi, kristalografi, dan biomolekul (Jekyll & Mistakes, 2018).


Membuat molekul di *software* Avogadro tidaklah sulit, menurut Ivansyah & Sundari (2019), berikut ini merupakan langkah-langkah dalam membuat suatu molekul pada *software* Avogadro:

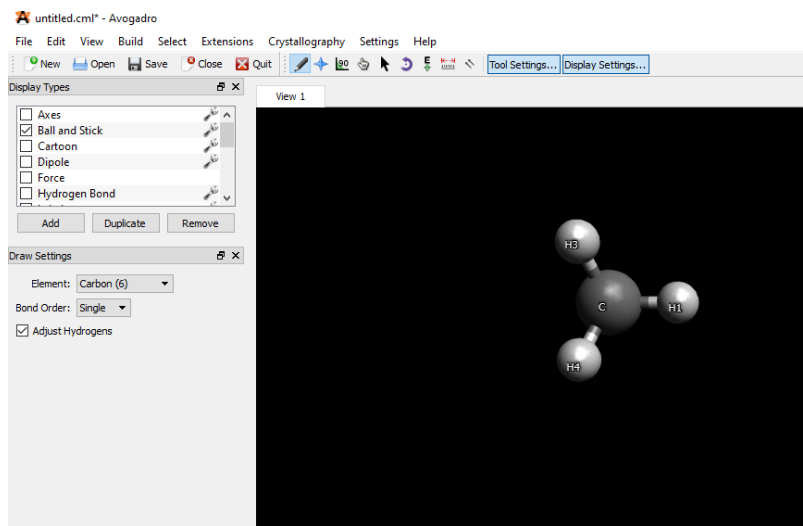
1. Buka aplikasi Avogadro

Klik 2x *iconsoftware* Avogadro sampai terbuka jendela layar seperti pada Gambar 9 di bawah ini:



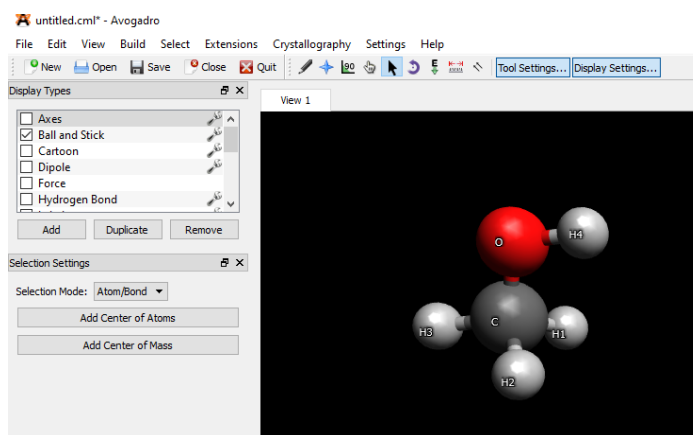
Gambar 9. Tampilan Jendela *Software* Avogadro

2. Pilih simbol  yang ada pada bagian tools bar lalu klik kiri pada tampilan kosong Avogadro hingga muncul molekul metana. Gambar 10 di bawah ini adalah molekul metana pada tampilan Avogadro:



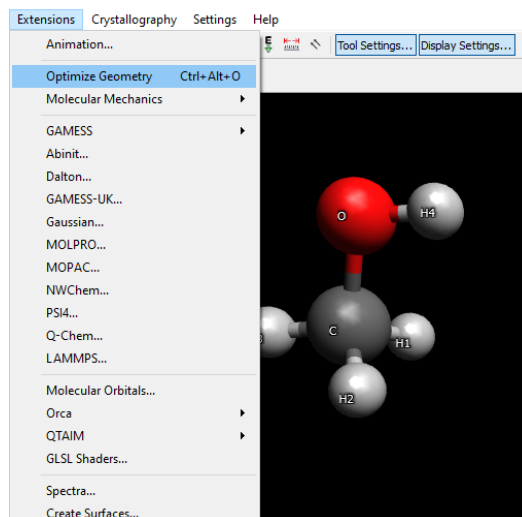
Gambar 10. Gambar Molekul Metana Pada Avogadro

Selanjutnya, pada tulisan *draw setting* di bagian *Element*, ganti atom *Carbon* menjadi *Oxygen* dengan mengklik arah panah ke bawah. Kemudian, klik salah satu atom H pada gambar metana untuk menghasilkan molekul metanol (CH_3OH). Apabila kita ingin membuat struktur rantai atom C yang lebih panjang, dapat dilakukan dengan menambah atom C sesuai dengan struktur dengan menggunakan langkah-langkah seperti tadi. Gambar 11 di bawah ini merupakan molekul metanol pada Avogadro:



Gambar 11. Gambar molekul metanol pada Avogadro

3. Langkah terakhir yaitu melakukan optimasi geometri molekul dengan mengklik *Extensions* lalu memilih *Optimize Geometry*. Berikut ini Gambar 12 merupakan tampilan dari bagian *Extensions*:

Gambar 12. Tampilan Jendela *Extensions*

F. Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Penelitian Relevan

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Hasil Penelitian
1	Iordache dkk., (2012)	<i>Influence of specific AR capabilities on the learning effectiveness and efficiency</i>	Penggunaan visualisasi 3D membuat siswa lebih memahami kimia, terbukti penggunaan teknologi memiliki pengaruh positif terhadap efektivitas dan efisiensi dalam pembelajaran kimia.
2	Hasby (2018)	Pengaruh <i>Software</i> Visualisasi terhadap Hasil dan Minat Belajar Siswa Pada Materi Bentuk-bentuk Molekul	Peningkatan hasil belajar dapat dilihat dari perbandingan rata-rata nilai pretest-posttest. Berarti media visualisasi <i>software</i> Avogadro mampu menarik minat belajar siswa.

Tabel 3. Lanjutan

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Hasil Penelitian
3	Otavia (2020)	Analisis Soal Tipe <i>Higher Order Thinking Skills (HOTS)</i> dalam Soal Penilaian Akhir Tahun (PAT) Kimia	Soal dengan aspek <i>HOTS</i> hanya memiliki persentase 20,9% artinya soal PAT kimia yang dikembangkan masih kurang memperhatikan aspek <i>HOTS</i> .
4	Multini (2020)	Analisis Soal <i>HOTS</i> Pada Mata Pelajaran Kimia Semester Ganjil Kelas XI di SMA Negeri 1 Woyla	Kriteria soal <i>HOTS</i> pada soal pilihan ganda sebesar 45%, sedangkan soal essay tidak menunjukkan soal <i>HOTS</i> . Soal yang digunakan cenderung masih pada ranah kognitif C1-C3.
5	Hidayati (2018)	Analisis Soal UKK Kimia Kelas X SMAN Se-Jakarta Barat Tahun Ajaran 2014/2015	Soal <i>HOTS</i> yang dibuat oleh guru pada soal UKK Kimia hanya memiliki persentase menganalisis 3,85%, artinya soal berbasis <i>HOTS</i> kurang diperhatikan.
6	Azmi (2020)	Pengembangan Instrumen Tes untuk Mengukur <i>Higher Order Thinking Skill</i> Peserta Didik Pada Materi Laju Reaksi	Instrumen tes ini dikatakan valid dan reliabel karena dapat mengukur <i>HOTS</i> peserta didik.
7	Rayan dan Rayan (2017)	<i>Avogadro Program for Chemistry Education: To What Extent can Molecular Visualization and 3 dimensional Simulations Enhance Meaningful Chemistry Learning?</i>	Penggunaan program Avogadromampu membantu peserta didik untuk lebih mengenal molekul mikroskopis yang ditandai dengan respon positif saat pembelajaran.

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian pengembangan instrumen tes ini adalah metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Menurut Sugiyono (2015) penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Metode penelitian ini menurut Borg & Gall (1989) memiliki 10 langkah, yaitu: (1) penelitian dan pengumpulan informasi (*research and information collecting*); (2) perencanaan (*planning*); (3) pengembangan bentuk produk pendahuluan (*develop preliminary form of product*); (4) uji coba lapangan awal (*preliminary field testing*); (5) revisi terhadap produk awal (*main product revision*); (6) uji coba utama yang didasarkan pada hasil uji coba pendahuluan (*main field testing*); (7) revisi produk operasional (*operasional product revision*); (8) uji coba operasional (*operasional field testing*); (9) revisi produk akhir (*final product revision*); (10) deseminasi dan implementasi (*issemiation and implementation*). Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan instrumen ini hanya sampai tahap revisi terhadap produk awal. Hal ini dikarenakan adanya keterbatasan waktu dan kemampuan peneliti yang masih belum memadai untuk melanjutkan penelitian ke tahap selanjutnya.

B. Sumber Data

Sumber data saat pelaksanaan studi lapangan adalah 3 orang guru kimia dan 115 orang siswa kelas XI MIPA dari masing-masing sekolah yaitu SMA Negeri 10 Bandar Lampung, SMA Negeri 1 Bandar Lampung, dan MAN 1 Bandar Lampung. Selanjutnya, pada tahap pengembangan produk, sumber data terdiri

dari tiga dosen ahli Pendidikan Kimia Universitas Lampung. Dan sumber data pada tahap uji coba lapangan awal yaitu 3 orang guru kimia dari SMA Negeri 10 Bandar Lampung, SMA Negeri 1 Bandar Lampung, dan SMA Negeri 14 Bandar Lampung, dan 20 peserta didik kelas XI MIPA dari SMA Negeri 1 Bandar Lampung.

C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu dengan cara menyebar angket analisis kebutuhan guru dan peserta didik kelas XI secara *online* melalui *google form*. Penyebaran angket dilakukan di tiga SMA yang terdiri dari SMA Negeri 10 Bandar Lampung, SMA Negeri 1 Bandar Lampung, dan MAN 1 Bandar Lampung. Pada proses penyebaran angket analisis kebutuhan ini, jumlah guru sebanyak 3 orang sedangkan jumlah peserta didik sebanyak 115 orang. Pada tahap validasi produk, angket diberikan kepada 3 dosen ahli Pendidikan Kimia Universitas Lampung secara langsung. Selanjutnya, pada tahap uji coba lapangan awal, dilakukan penyebaran angket dan produk berupa instrumen tes berorientasi *Higher Order Thinking Skills* dengan bantuan visualisasi *software* Avogadro pada materi hidrokarbon terhadap 3 guru kimia dari tiga SMA yang ada di Bandar Lampung dan 20 peserta didik kelas XI MIPA dari SMA Negeri 1 Bandar Lampung secara langsung.

D. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Instrumen pada studi lapangan

Instrumen pada studi lapangan ini berupa lembar angket analisis kebutuhan guru dan siswa. Instrumen ini digunakan untuk mengetahui informasi dan kendala-kendala yang ada pada beberapa sekolah dalam menyusun instrumen tes berorientasi *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dengan bantuan visualisasi molekul 3D *software* Avogadro materi hidrokarbon, sehingga perlu dilakukan pengembangan instrumen tes.

2. Instrumen pada validasi ahli

Instrumen ini digunakan untuk menguji aspek keterbacaan, aspek konstruksi, dan aspek kesesuaian isi materi pada produk instrumen tes berorientasi *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dengan bantuan visualisasi molekul 3D *software* Avogadro pada materi hidrokarbon oleh validator ahli. Angket ini dilengkapi dengan kolom tanggapan atau masukan oleh validator yang ditujukan untuk peneliti.

3. Instrumen pada uji coba lapangan

a. Instrumen penilaian guru

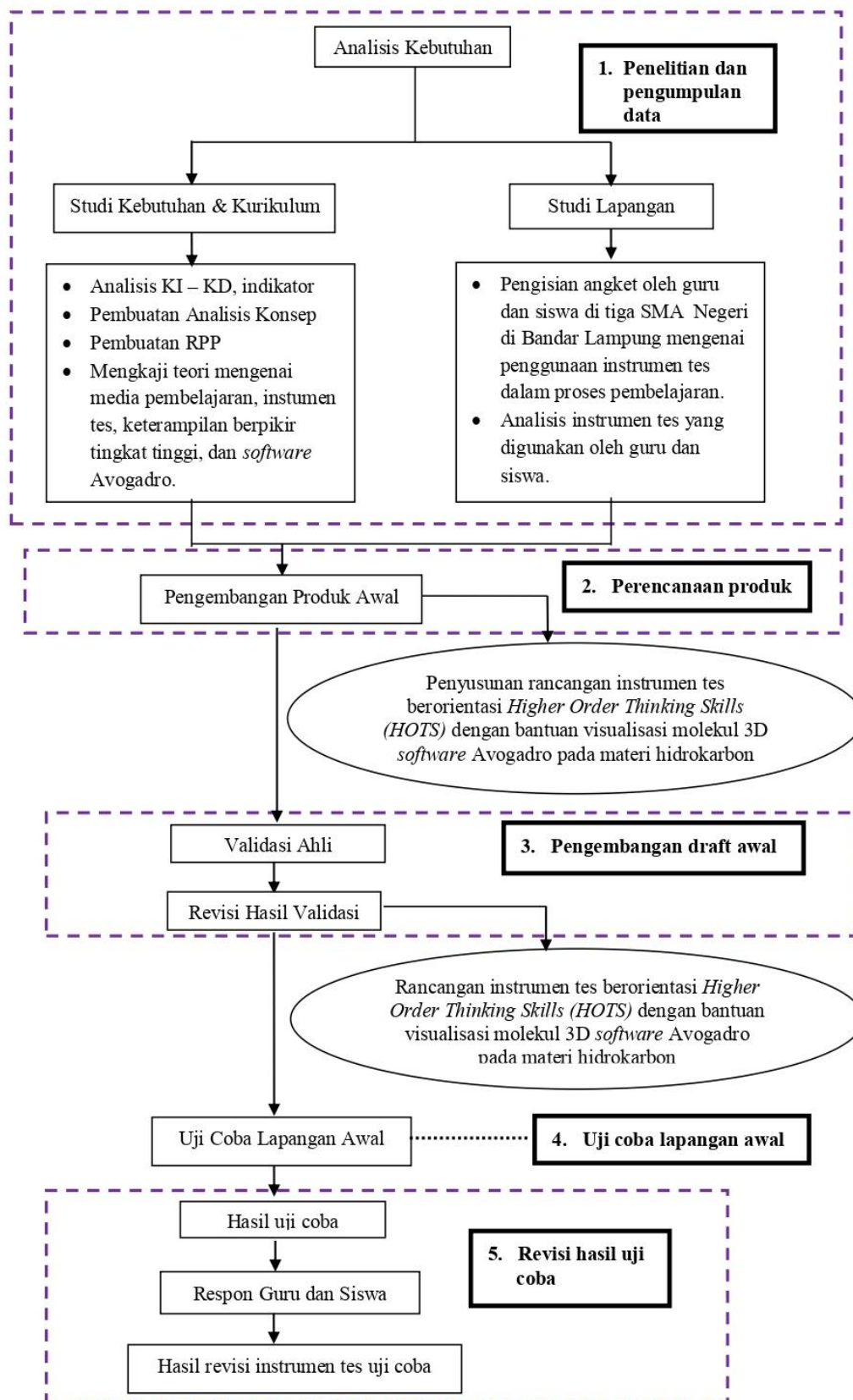
Instrumen ini berupa angket tanggapan guru sebagai pengajar di lingkungan sekolah terhadap produk yang dikembangkan yang terdiri dari tiga aspek, yaitu aspek keterbacaan, aspek konstruksi, aspek kesesuaian isi materi dengan KI-KD, dan aspek kesesuaian isi materi indikator pada instrumen tes yang dikembangkan oleh peneliti.

b. Instrumen respon siswa

Instrumen ini berupa angket yang ditujukan untuk siswa terdiri dari beberapa pertanyaan terkait tingkat keterbacaan terhadap instrumen yang dikembangkan. Instrumen ini berkaitan dengan keadaan tulisan yang jelas dan mudah untuk dibaca. Siswa diminta untuk membaca kalimat pada butir-butir soal, fokus dari kegiatan ini siswa diminta untuk mengidentifikasi kata-kata yang sukar, kalimat yang sulit dipahami, dan kalimat yang kurang jelas. Selanjutnya, siswa dapat menuliskan masukan dikolom saran.

E. Alur Penelitian

Alur penelitian dan pengembangan instrumen tes ini ditampilkan pada Gambar 13 di bawah ini:



Gambar 13. Alur Pengembangan Instrumen Tes Berorientasi Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*HOTS*) Menggunakan Visualisasi Molekul 3D *Software* Avogadro Pada Materi Hidrokarbon.

F. Langkah-langkah Penelitian

Berdasarkan alur penelitian pada Gambar 13, langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian dan pengumpulan data

Studi pendahuluan yang dilakukan ini bertujuan untuk mengumpulkan data sebagai informasi mengenai situasi dan kondisi di lapangan. Tahap studi lapangan dilakukan di tiga SMA, yaitu SMA Negeri 10 Bandar Lampung, SMA 1 Negeri Bandar Lampung, dan MAN 1 Bandar Lampung. Penyebaran angket dilakukan secara online melalui *google form* terhadap guru dan peserta didik kelas XI IPA dari masing-masing sekolah. Pada angket analisis kebutuhan guru, hal-hal yang ditanyakan terkait dengan instrumen yang digunakan di sekolah dan pengetahuan tentang instrumen tes yang menggunakan *software* Avogadro berorientasi *HOTS*. Pada angket analisis kebutuhan siswa, hal-hal yang ditanyakan yaitu terkait dengan instrumen tes yang diberikan guru saat pembelajaran materi hidrokarbon dan respon peserta didik terhadap instrumen tes menggunakan *software* Avogadro berorientasi *HOTS*.

2. Perencanaan produk

Tahap selanjutnya yaitu perencanaan produk. Pada perencanaan produk, produk yang dibuat yaitu instrumen tes dan panduan *software* Avogadro. Pembuatan instrumen tes dimulai dengan membuat indikator keterampilan berpikir tingkat tinggi materi hidrokarbon pada KD. 3.1 menganalisis struktur dan sifat senyawa hidrokarbon berdasarkan pemahaman kekhasan atom karbon dan penggolongan senyawanya.

Tahap selanjutnya yaitu membuat kisi-kisi soal berbasis *HOTS* yang terdiri dari indikator soal, level kognitif, butir soal, jenis soal, serta penskoran soal. Jenis instrumen tes yang dikembangkan pada penelitian ini adalah instrumen tes kategori tes tertulis bentuk soal pilihan ganda dengan 5 pilihan jawaban (A, B, C, D, dan E) dan bentuk soal esai. Soal-soal berbasis *HOTS* pada materi hidrokarbon memiliki level kognitif yaitu (C4) menganalisis dengan jumlah butir

soal sebanyak 6 soal dan (C5) mengevaluasi dengan jumlah butir soal sebanyak 9 soal sedangkan jumlah soal esai dengan kategori (C6) mencipta yaitu sebanyak 5 soal. Kemudian, memulai proses pembuatan soal-soal berbasis *HOTS* pada materi hidrokarbon. Pada bagian perencanaan pembuatan panduan *software* Avogadro, panduan terdiri dari *cover*, langkah-langkah mengunduh *software* Avogadro, dan cara membuat suatu molekul pada *software* Avogadro.

3. Pengembangan Draft Awal

Pada tahap ini dilakukan penyusunan produk instrumen tes dan panduan *software* Avogadro sesuai dengan desain yang telah dirancang pada tahap perencanaan produk. Instrumen penelitian *HOTS* yang telah disusun kemudian divalidasi oleh validator ahli. Validasi ini untuk mengetahui tingkat kevalidan produk, apabila produk instrumen tes belum valid maka perlu dilakukan revisi pada bagian yang perlu diperbaiki sesuai masukan dari validator ahli sebelum dilanjutkan ke tahap uji coba lapangan awal. Aspek yang dinilai oleh validator ahli terhadap produk instrumen tes yaitu aspek keterbacaan, konstruksi, dan kesesuaian isi materi.

4. Uji coba lapangan awal

Pada uji coba lapangan awal, dilakukan penilaian oleh guru dan peserta didik. Penilaian ini dilakukan untuk mengetahui tanggapan terhadap aspek keterbacaan dan kesesuaian isi pada materi hidrokarbon. Penilaian yang dilakukan oleh peserta didik hanya mencakup aspek keterbacaan, sedangkan penilaian oleh guru meliputi aspek keterbacaan, konstruksi, dan kesesuaian isi pada materi hidrokarbon.

5. Revisi hasil uji coba

Terakhir yaitu tahap revisi hasil uji coba yang dilakukan berdasarkan hasil penilaian produk yang telah dibuat. Pada tahap ini dilakukan perbaikan produk dengan mengurangi hal-hal yang tidak perlu dan menambahkan hal-hal yang perlu berdasarkan hasil respon guru dan siswa yang telah dilakukan sebelumnya. Apabila tidak ada masukan dari guru maupun siswa maka tidak dilakukan revisi.

G. Teknik Analisis Data

Berikut ini teknik analisis data instrumen tes keterampilan berpikir tingkat tinggi menggunakan *software* Avogadro pada materi hidrokarbon:

1. Teknik analisis data hasil angket pada studi lapangan

Teknik analisis data hasil angket pada studi lapangan ini dilakukan dengan cara:

- a. melakukan klasifikasi data yang bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket.
- b. melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi. Hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan wawancara dan banyaknya sampel.
- c. menghitung frekuensi jawaban, berfungsi untuk memberikan informasi mengenai kecenderungan jawaban yang banyak dipilih sampel pada setiap pertanyaan angket.
- d. menghitung persentase jawaban. Hal ini bertujuan untuk melihat besarnya persentase setiap jawaban berdasarkan pertanyaan, sehingga data yang diperoleh bisa dianalisis sebagai temuan. Rumus yang dipakaidalam menghitung persentase jawaban responden setiap item adalah sebagai berikut:

$$\%J_{in} = \frac{\sum J_i}{N} \times 100\%$$

(Sudjana, 2005).

Keterangan : $\%J_{in}$ = Persentase pilihan jawaban-i pada instrumen asesmen keterampilan berpikir tingkat tinggi pada materi hidrokarbon

$\sum J_i$ = Jumlah responden yang menjawab jawaban-i

N = Jumlah seluruh responden

2. Teknik analisis data angket hasil penelitian

Adapun teknik analisis data pada angket validasi ahli, tanggapan guru, dan tanggapan peserta didik terhadap instrumen tes keterampilan berpikir tingkat tinggi pada materi hidrokarbon adalah:

- a. melakukan klasifikasi data dengan tujuan mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket.
- b. melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi data. Hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan angket dan banyaknya responden (pengisi angket).
- c. memberi skor jawaban responden. Penskoran jawaban responden pada uji kelayakan dan uji keterbacaan menurut skala Likert pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Penskoran Pada Angket Berdasarkan Skala Likert

No	Pilihan Jawaban	Skor
1	Sangat Setuju (SS)	5
2	Setuju (S)	4
3	Kurang Setuju (KS)	3
4	Tidak Setuju (TS)	2
5	Sangat Tidak Setuju (STS)	1

- d. mengolah jumlah skor jawaban responden. Pengolahan jumlah skor (ΣS) jawaban angket adalah sebagai berikut:
 - 1) skor untuk pernyataan Sangat Setuju (SS) Skor = 5 x jumlah responden.
 - 2) skor untuk pernyataan Setuju (S) Skor = 4 x jumlah responden.
 - 3) skor untuk pernyataan Kurang Setuju (KS) Skor = 3 x jumlah responden.
 - 4) skor untuk pernyataan Tidak Setuju (TS) Skor = 2 x jumlah responden.
 - 5) skor untuk pernyataan Sangat Tidak Setuju (STS) Skor = 1 x jumlah responden.
- e. menghitung persentase jawaban angket pada setiap item dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\%X_{in} = \frac{\Sigma S}{S_{maks}} \times 100\%$$

(Sudjana, 2005)

Keterangan :

$\%X_{in}$ = Persentase jawaban angket-i pada instrumen tes keterampilan berpikir tingkat tinggi pada materi hidrokarbon

ΣS = Jumlah skor jawaban

S_{maks} = Skor maksimum yang diharapkan

- f. menghitung rata-rata persentase angket untuk mengetahui tingkat keterbacaan, konstruksi, dan kesesuaian isi materi dengan instrumen tes keterampilan berpikir tingkat tinggi materi hidrokarbon dengan rumus sebagai berikut:

$$\overline{\%X_I} = \frac{\Sigma \% X_{in}}{n}$$

Keterangan:

$\Sigma \%X_{in}$ = Jumlah persentase angket-i pada instrument tes keterampilan berpikir tingkat tinggi pada materi hidrokarbon

n = Jumlah pertanyaan.

- g. menafsirkan persentase jawaban angket secara keseluruhan menggunakan tafsiran skor (persentase) angket menurut Arikunto (2018) seperti pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Tafsiran Presentase Angket

Persentase	Kriteria
80,1% - 100%	Sangat tinggi
60,1% - 80%	Tinggi
40,1% - 60%	Sedang
20,1% - 40%	Rendah
0,0% - 20%	Sangat rendah

- h. menafsirkan kriteria validasi analisis persentase produk hasil validasi ahli dengan menggunakan tafsiran Arikunto berdasarkan Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Kriteria Validasi Persentase

Presentase	Tingkat Kevalidan	Keterangan
76-100%	Valid	Layak (Tidak perlu revisi)
51% - 75%	Cukup Valid	Cukup Layak (Revisi sebagian)
26% - 50%	Kurang Valid	Kurang Layak (Revisi sebagian)
0% - 25%	Tidak Valid	Tidak Layak (Revisi total)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Karakteristik instrumen tes berorientasi *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dengan bantuan visualisasi molekul 3D *software* Avogadro pada materi hidrokarbon yang dikembangkan yaitu instrumen tes berjumlah 20 soal yang terdiri dari 15 soal pilihan ganda dan 5 soal esai. Pada instrumen tes yang dikembangkan menggunakan indikator keterampilan tingkat tinggi yaitu menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6).
2. Berdasarkan uji validasi ahli, pada aspek keterbacaan, aspek konstruksi, dan aspek kesesuaian isi materi diperoleh persentase secara berurutan yaitu sebesar 79,98%, 75,24%, dan 76,1% dengan kategori tinggi.
3. Hasil respon guru terhadap instrumen tes yang dikembangkan yaitu diperoleh persentase pada aspek keterbacaan sebesar 82,21% dan aspek konstruksi sebesar 81,71% dengan kategori sangat tinggi, sedangkan kesesuaian isi materi berkategori yaitu 80% dengan kategoritinggi. Hal ini berarti instrumen tes yang dibuat secara keseluruhan sudah baik.
4. Hasil respon peserta didik mengenai instrumen tes yang dikembangkan pada aspek keterbacaan diperoleh persentase sebesar 87,85% dengan kategori sangat tinggi. Artinya, instrumen tes yang dibuat sudah baik.

B. Saran

Adapun saran peneliti setelah melakukan penelitian pengembangan instrumen tes ini yaitu dibutuhkan penelitian lebih lanjut dengan jumlah responden yang lebih banyak dan analisis data validitas dan reabilitas menggunakan *software*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I. F. & Sukiman. 2019. Analisis *Higher Order Thinking Skills(HOTS)* Pada Soal Ujian Akhir Siswa Kelas 6 Kmi dalam Kelompok Mata Pelajaran Dirasah Islamiyah Di Pondok Modern Tazakka Batang. *Jurnal Pendidikan Agama Islam*.16(2): 137-164.
- Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R. 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assesing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Addison Wesley Longman, In. New York.
- Anggraini, D. 2018. Pengembangan Soal Kimia Berbasis Berpikir Tingkat Tinggi Materi Hidrolisis Garam. (*Skripsi*). Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Arikunto, S. 2018. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan* edisi 3. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Ariyana, Y., Pudjiastuti, A., Bestary, R., & Zamromi. 2018. *Buku Pegangan Pembelajaran berorientasi pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi*. Jakarta : Direktorat Jendral Guru dan Tenaga Kependidikan.
- Arsyad, A. 2015. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Asrul, Ananda, R., & Rosnita. 2014. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: Citapustaka Media.
- Astuti, T.N., Sugiyarto, K.H., & Ikhsan, J. 2020. Effect of 3D Visualization on Students Critical Thinking Skills and Scientific Attitude in Chemistry. *International Journal of Instruction*. 13(1): 151-164.
- Azmi, N.L. 2020. Pengembangan Instrumen Tes untuk Mengukur Higher Order Thinking Skill Peserta Didik Pada Materi Laju Reaksi. (*Skripsi*). Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Borg, W. R., & Gall, M. D. 1989. *Educational Reasearch: An Introduction fifth edition*. New York: Longman.
- Chan,S. W., Ismail, Z., & Suminton. 2014. A Rasch Model Analysis on Secondary Students' Statistical Reasoning Ability in Descriptive

- Statistics.*Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 129: 133-139.
- Copolo, C.E & Hounshell, P.B. 1995. Using Three-dimensional Models to Teach Molecular Structures in High School Chemistry. *Journal Of Science Education Technology*,4: 295–305.
- Cornell, T. & Hutchison, G. 2015. Avogadro: Education. Diakses pada 22 November 2022, dari <http://www.avogadro/teaching/>.
- Dewi, P. 2013. Teaching Reading To Young Learners Through Visualization Strategy. *First English and Literature International Conference*, 1(2): 178-182.
- Ernawati, L. 2017. Pengembangan High Order Thinking (HOTS) Melalui Metode Pembelajaran Mind Banking Dalam Pendidikan Agama Islam. Prosiding.1st*International Conference on Islamic Civilization ans Society (ICICS)*. 189-201.
- Hamzah, A. 2014. *Evaluasi Pembelajaran Matematika*. Jakarta: Rajawali.
- Hanwell, M. D., Curtis, D. E., Lonie, D. C., Vandermeersch, T., Zurek, E., & Hutchison, G. R. 2012. Avogadro: An advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform. *Journal of Cheminformatics*, 4(17).
- Hasby. 2018. Pengaruh Software Visualisasi terhadap Hasil dan Minat Belajar Siswa Pada Materi Bentuk-bentuk Molekul. *Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 1(1): 21-25.
- Hidayat, T., Susilaningsih, E., Kurniawan, & Cepi. 2018. The Effectiveness of Enrichment Test Instruments Design to Measure Students' Creative Thinking Skills and Problem-Solving. *Thinking Skills and Creativity*.
- Hidayati, D. 2018. Analisis Soal UKK Kimia Kelas X SMAN Se-Jakarta Barat Tahun Ajaran 2014/2015. (*Skripsi*). UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Iordache, D., Pribeanu, C., & Balog. 2012. Influence of specific AR capabilities on the learning effectiveness and efficiency. *Studies in Informatics and Control*, 20 (10): 1-8.
- Ivansyah, A.L. & Sundari, C.D.D. 2019. *Modul Kimia Komputasi*. Bandung.
- Jekyll & Mistakes, M. 2018. Avogadro. <http://avogadro.openmolecules.net>. Diakses pada 11 November 2021.
- Krathwohl, D. R. 2002. A revision of Bloom's Taxonomy: an overview. *Theory into Practice*. 41(4): 212-218.

- Kusuma, M.D., Rosidin, U., Abdurrahman., & Suyatna, A. 2017. The Development of Higher Order Thinking Skill (HOTS) Instrument Assessment In Physics Study. *Journal of Research & Method in Education*. 7(1): 26-32.
- Labudasari, E., & Rochmah, E. 2018. *Pengantar Evaluasi Pembelajaran*.
- Lailly, N. R., & Wisudawati, A. W. 2015. Analisis Soal Tipe *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* dalam Soal UN Kimia SMA Rayon B Tahun 2012/2013. *Jurnal Kaunia*. 11(1), 27-39.
- Mardapi, D. 2007. *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Non Tes*. Yogyakarta: Mitra Cendekia Press.
- Marzuki. 1997. *Metodologi Riset*. Yogyakarta: Fakultas Ekonomi UII.
- Multini, D. R. 2020. Analisis Butir Soal HOTS Pada Mata Pelajaran Kimia Semester Ganjil Kelas XI di SMA Negeri 1 Woyla. (*Skripsi*). UIN Ar-Raniry. Banda Aceh.
- National Education Association. (n.d.). *Preparing 21st Century Students for a Global Society: An Educator's Guide to the "Four Cs."* Diakses 18 Januari 2023 dari <http://www.nea.org/assets/docs/A-Guide-to-Four-Cs.pdf>.
- Netri, N., Holiwarni, B., & Abdullah. 2018. Development of Test Instruments Based Higher Order Thinking Skill (HOTS) on Chemical Equilibrium at Second Grade in Senior High School. *Jurnal Online Mahasiswa FKIP*. 5
- Otavia, Y. I. 2020. Analisis Soal Tipe Higher Order Thinking Skills (HOTS) dalam Soal Penilaian Akhir Tahun (PAT) Kimia. (*Skripsi*). UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Paryono. 2015. Modul Evaluasi Pembelajaran. <https://vocaedumidwifery4.files.wordpress.com/2015/03/modul-evaluasi-pembelajaran.pdf>. Diakses pada 15 Februari 2020.
- Pheng, C.K., Ramlah, C., Hayati, Ismail, Kamarudin, Zulkarnain, M., Mukhtar, Muknisah, Radziah, Rohayah, Ruslinah. 2005. *Integrated Curriculum for Secondary Schools : Curriculum Specification Chemistry Form 4*. Kuala Lumpur: Curriculum Development Centre.
- Permendikbud. 2014. *Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah No.59 tahun 2014*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

- Pratiwi, D., Sugiharto, dan Mulyani, B. 2013. Efektivitas Model Blended E-Learning Cooperative Approach Tipe Tgt dilengkapi Modul terhadap Prestasi Belajar Kimia Materi Pokok Hidrokarbon Kelas X Semester II SMA Negeri 5 Surakarta tahun Ajaran 2011/2012. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Sebelas Maret* 2(1).
- Rayan, B dan Rayan, A. 2017. Avogadro Program for Chemistry Education: To What Extent can Molecular Visualization and Three-dimensional Simulations Enhance Meaningful Chemistry Learning?. *World Journal of Chemical Education*, 5(4): 136-141.
- Redhana, I. W. 2019. Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1) 2239–2253.
- Sadiman, A.S. 2014. *Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan dan Pemanfaatannya*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Sari, N.E., Oktapia, R., Marlina, I., & Hardiyanto, A. 2019. Penggunaan Strategi Visualisasi dalam Pembelajaran Membaca Pemahaman Bahasa Inggris Berbasis Karakter Pada Siswa SMP. Prosiding SEMNASFIP. *Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Jakarta*. (148-156).
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Uttal, D. H., & Doherty, K. O. 2008. Comprehending and Learning from Visualizations: A developmental perspective. *Visualization: Theory and practice in science education*. 3, 53–72.
- Widodo, T., & Kadarwati, S. 2013. Higher order thinking berbasis pemecahan masalah untuk meningkatkan hasil belajar berorientasi pembentukan karakter siswa. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 5(1).
- Widoyoko, S. E. P. 2016. *Hasil Pembelajaran di Sekolah edisi revisi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Widoyoko, S. E. P. 2016. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Zainul, R., Jannah, A.R., Husna, T., Afrianti, T., Bahri, H., Putri, S.R., Asral, S.S.T., dan Sari, I.P. 2020. *e-Pembelajaran Kimia: Aplikasi, Inovasi, dan Implementasinya*. Padang: CV. Berkah Prima.

Zulfahmi, Wiji, dan Mulyani, S. 2021. Pengembangan Strategi Pembelajaran Berbasis Intertekstual dengan Model Visualisasi Pada Konsep Geometri Molekul Untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Siswa. *Chimica didacta acta*, 9(1): 8-16.