



**PENERAPAN MEDIA PEMBELAJARAN AUGMENTED REALITY PADA
PEMBENTUKAN IKATAN KOVALEN BERDASARKAN TEORI IKATAN VALENSI
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN REPRESENTASI SUBMIKROSKOPIK**

**APPLICATION OF AUGMENTED REALITY LEARNING MEDIA
IN COVALENT BOND FORMATION BASED ON VALENCE BOND THEORY
TO IMPROVE SUBMICROSCOPIC REPRESENTATION ABILITY**

Elsa Awalia Lesmana*, Ida Farida dan Ferli Septi Irwansyah

*Pendidikan Kimia, Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Sunan Gunung Djati Bandung,
Jl. Soekarno-Hatta No.748, Bandung, 40614, Indonesia*

**E-mail: elsalesmana983@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menerapkan media pembelajaran *Augmented Reality* untuk meningkatkan kemampuan representasi submikroskopik pada materi pembentukan ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi. Penentuan sampel menggunakan metode *pre experiment*. Penelitian ini dilaksanakan pada semester IV menggunakan model pembelajaran saintifik berbasis representasi submikroskopik. Teknik pengumpulan data menggunakan soal *pre-test* dan *post-test* dengan 20 soal pilihan berganda melalui aplikasi LMS (*Learning Management System*). Lembar Observasi dan Lembar Kerja Mahasiswa. Hasil analisis data menunjukkan adanya peningkatan pembelajaran menggunakan media AR. Berdasarkan hasil uji t dari *pre-test* dan *post-test* melalui *output* SPSS IBM 23 diperoleh signifikansi uji t sebesar $0.000 < 0.05$, menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima dan dapat dikategorikan sedang dengan nilai *N-gain* 0,45.

Kata kunci: *augmented reality*, ikatan kovalen, representasi submikroskopik

ABSTRACT

This study aimed to apply *Augmented Reality* learning media to improve the ability of submicroscopic representation in the material of covalent bond formation based on valence bond theory. Determination of the sample used the pre-experimental method. This research was conducted in the fourth semester using a scientific learning model based on submicroscopic representation. Data collection techniques used the pre-test and post-test questions with 20 multiple choice questions through the LMS (*Learning Management System*) application, observation sheets and student worksheets. The results of the data analysis showed an increase in learning using AR media. Based on the t test results of pre-test and post-test through the SPSS IBM 23 output obtained t test synignification of $0.000 < 0.05$, showed that H_0 was rejected and H_a was accepted and could be categorized as moderate with the *N- gain* value of 0.45.

Keywords: *augmented reality*, covalent bond, submicroscopic representation

1. PENDAHULUAN

Ilmu kimia memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan. Namun tidak semua fenomena dalam konsep kimia dapat diamati secara langsung, seperti struktur molekul dan interaksi antar atom, molekul dan ion (Gkitzia *et al.*, 2011). Hal tersebut menyebabkan peserta didik kesulitan dalam mempelajari konsep kimia (Melati, 2011).

Salah satu materi yang dibahas dalam ilmu kimia yang memiliki keabstrakan yang cukup tinggi adalah materi ikatan kimia (Y Anggraini, 2018). Ikatan kimia bersifat abstrak karena mengidentifikasi sifat suatu senyawa tanpa mengetahui bagaimana suatu atom dapat berikatan satu sama lain (Bergqvist *et al.*, 2013). Pada materi ikatan kimia peserta didik kurang memahami konsep secara mendalam dan gagal dalam mengintegrasikan model mental ke dalam suatu kerangka konseptual yang koheren, sehingga banyak peserta didik yang mengalami miskonsepsi pada konsep-konsep tersebut (Irwansyah *et al.*, 2019).

Salah satu *sub* materi pada ikatan kimia yang sulit dipahami peserta didik adalah ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi. Dalam materi tersebut terdapat proses hibridisasi yang membutuhkan kemampuan representasi submikroskopik (Irwansyah *et al.*, 2020). Kategori submikroskopik merupakan kategori yang paling sulit karena terdapat materi yang membutuhkan visualisasi untuk lebih memahaminya (Rosita, 2015). Proses hibridisasi merupakan penggabungan orbital-orbital atom dalam suatu atom menjadi sekumpulan orbital hibrida (Chang, 2011) dan juga mencakup pemahaman jenis-jenis orbital suatu molekul dalam bentuk molekulnya (Wijayanti, 2018). Oleh karena itu, peserta didik membutuhkan media yang dapat menggambarkan level submikroskopik sehingga proses hibridisasi yang bersifat abstrak dapat dilihat seolah nyata.

Pada pembelajaran Kimia Unsur Utama, terdapat materi ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi. Namun pada proses pembelajaran masih menggunakan media pembelajaran konvensional tiga dimensi (3D) yang masih terbatas jumlahnya. Penggunaan media pembelajaran 3D ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman struktur kimia pada penggambaran orbital hibrida (Penny *et al.*, 2017). Umumnya media yang digunakan untuk memvisualisasikan representasi submikroskopik merupakan perangkat keras atau yang biasa disebut *molymood* (Martin *et al.*, 2015). Media ini memiliki struktur yang kaku dan juga harganya yang mahal sehingga kurang efektif dalam pembelajaran (Saritaş, 2015). Maka dibutuhkan media lain yang akan lebih mendukung dalam pembelajaran.

Salah satu solusi yang efektif menurut (Rasalingam *et al.*, 2014) adalah penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR). Teknologi AR dapat diakses dengan mudah pada android sehingga mendukung proses pembelajaran. Pengembangan teknologi AR banyak dilakukan dalam dunia pendidikan salah satunya sebagai media pembelajaran (Crandall *et al.*, 2015). Teknologi AR dapat membantu untuk menciptakan pemahaman sendiri dan berdiskusi mengenai materi yang disampaikan melalui kombinasi objek nyata dan virtual (Cai *et al.*, 2014). Selain itu media AR dapat menggabungkan benda nyata dan virtual sehingga dapat menghasilkan objek 3D (Adami & Budihartanti, 2016).

Berdasarkan paparan diatas, penelitian ini menerapkan media Pembelajaran AR pada pembentukan ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi untuk meningkatkan kemampuan representasi submikroskopik yang sebelumnya telah dibuat oleh (Irwansyah *et al.*, 2020). Penggunaan AR pernah dilakukan oleh Wulandari (2018) pada materi geometri molekul.

Didapatkan hasil bahwa media AR dapat mempermudah siswa dalam menggambarkan stuktur 3D dan menentukan geometri dari berbagai senyawa. Selain itu penggunaan AR juga pernah dilakukan oleh (Kamelia, 2015) pada materi ikatan molekul dengan hasil berupa penggunaan AR dapat memberikan gambaran dan meningkatkan pemahaman tentang unsur molekul dan ikatan antar molekul.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan ialah metode *pre experiment* (Arikunto, 2013) yaitu *the one group pre-test and post-test design* yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan setelah pembelajaran (Farida, 2016). Pada penelitian ini terdapat 34 mahasiswa pendidikan kimia semester IV yang diberikan tes awal berupa *pretest* untuk mengukur kompetensi sebelum perlakuan berupa media pembelajaran *Augmented Reality* (AR). Sampel diambil 50% dari mahasiswa semester IV, karena menggunakan metode *pre experiment* dan *the one group pre-test and post-test design*. Selanjutnya diberikan perlakuan berupa pembelajaran menggunakan media pembelajaran AR, dan untuk mengetahui peningkatan atau perubahan sesudah diberikan perlakuan dilakukan tes akhir berupa *posttest*. proses *pretest posttest* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1 pretest posttest

Subyek	pretest	Perlakuan	posttest
Mahasiswa semester IV	O ₁	X	O ₂

Keterangan :

- O₁ = *pretest*
- X = perlakuan
- O₂ = *posttest*

Desain ini digunakan karena sesuai dengan kebutuhan penelitian yaitu untuk meningkatkan hasil belajar setelah penerapan media pembelajaran AR pada pembentukan ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi.

Berdasarkan sumber data dan kebutuhan penelitian, instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data diambil dari lembar kerja mahasiswa, lembar observasi, dan tes tertulis. Data tersebut merupakan kegiatan mahasiswa selama proses pembelajaran. Penelitian ini dilakukan secara *daring* (dalam jaringan), pada tanggal 16-24 April tahun 2020 dengan tes tertulis berupa *pretest* dan *posttest* menggunakan aplikasi LMS dan saat proses pembelajaran menggunakan aplikasi zoom dan *whatsapp group*.

Lembar kerja berupa soal essay sebanyak 13 soal yang disesuaikan dengan aplikasi AR, sedangkan tes tertulis berupa *pretest* dan *posttest* berupa soal pilihan ganda sebanyak 20 butir soal. Dikarenakan sedang mewabahnya COVID-19 sehingga tes tertulis yang diajukan berupa soal pilihan ganda, karena didalam soal terdapat penjelasan proses hibridisasi yang mengharuskan peserta didik menggambarkan proses hibridisasi, namun di dalam LMS tidak memungkinkan.

Indikator kemampuan submikroskopik yang terdapat pada lembar kerja, *pertama* yaitu peserta didik dapat menggambarkan hibridisasi dari sp , sp^2 , sp^3 , sp^3d dan sp^3d^2 . Indikator ini terdapat pada soal nomor 1a, 1b, 1c, 1d, dan 1e. *Kedua* yaitu peserta didik dapat menganalisis perbedaan orbital hibrida dengan orbital atom berdasarkan objek 3D AR, indikator ini terdapat pada soal

nomor 9. *Ketiga* yaitu peserta didik dapat menjelaskan hibridisasi molekul menggunakan diagram orbital berdasarkan objek 3D *augmented reality*, indikator ini terdapat pada soal nomor 2,3,4,5,6,7,8,10,11, dan 12. *Keempat* yaitu peserta didik dapat menganalisis ikatan sigma dan ikatan phi berdasarkan objek 3D *augmented reality*, indikator ini terdapat pada soal nomor 13.

Dalam penelitian ini digunakan data kualitatif dan kuantitatif. Teknik pengumpulan data disesuaikan dengan rumusan yaitu mengenai aktivitas belajar mahasiswa, pengembangan kemampuan representasi submikroskopik dan peningkatan kemampuan representasi submikroskopik.

Setelah di dapat data, maka dilakukan analisis data secara kuantitatif dengan beberapa tahap. *Pertama* dengan menganalisis data instrumen uji validasi dengan cara membandingkan nilai kelayakan (r) suatu *instrument* dengan nilai r_{kritis} yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2012).

Setelah menghitung data menggunakan rumus diatas maka hasil perhitungan tersebut dibandingkan, dimana r_{hitung} dikatakan valid apabila melebihi r_{kritis} 0,30 (Sugiyono, 2012). Interpretasi besarnya nilai kelayakan r_{hitung} (Purwanto, 2009).

Kedua menganalisis lembar observasi aktivitas mahasiswa dengan menghitung jumlah skor hasil selama proses pembelajaran yang telah diisi oleh observer pada format lembar observasi (Arikunto, 2007).

Ketiga menganalisis lembar kerja mahasiswa dimana data yang diperoleh dari LKM (Lembar Kerja Mahasiswa) adalah data kemampuan representasi submikroskopik mahasiswa pada saat proses pembelajaran menggunakan media AR terhadap konsep pembentukan ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi. Setelah diperoleh nilai, maka diinterpretasikan terhadap tabel mengenai skala kemampuan mahasiswa (Arikunto, 2013).

Keempat menganalisis tes tertulis. Hasil dari perangkat tes kemampuan representasi mahasiswa berdasarkan pembelajaran saintifik pada materi pembentukan ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi. Penilaian yang dilakukan untuk tes kemampuan representasi dilakukan dengan menginterpretasikan nilai yang di dapat. Kemudian Uji normalitas, digunakan untuk mengetahui apakah data penelitian berdistribusi normal atau tidak. Uji ini dilakukan pada data yang diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest*. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan bantuan *software SPSS*. Apabila nilai signifikansi $> 0,05$ maka data berdistribusi normal. Namun apabila nilai signifikansi $< 0,05$ maka data tidak berdistribusi normal. Kemudian dilakukan uji-t, digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest* siswa setelah pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran AR. Untuk melakukan uji-t harus ditentukan terlebih dahulu sebaran data dan dilakukan tes rata-rata. Apabila sebaran data tidak normal, lakukan tes rata-rata tanpa taraf signifikansi (Sugiyono, 2014).

Apabila nilai signifikan $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Namun apabila nilai signifikan $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak. Apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka disimpulkan terdapat perbedaan.

Hipotesis yang diajukan adalah:

H_0 : Tidak terdapat peningkatan kemampuan submikroskopik mahasiswa pada materi pembentukan ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi setelah penerapan media pembelajaran *augmented reality* untuk meningkatkan kemampuan submikroskopik.

H_0 : Terdapat peningkatan kemampuan kognitif siswa pada materi pembentukan ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi setelah penerapan media AR untuk meningkatkan kemampuan submikroskopik.

Tes tertulis berupa *pretest* dan *posttest*, mahasiswa akan diberikan soal yang berkaitan dengan konsep pembentukan ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi. Data yang dihasilkan untuk mengetahui peningkatan kemampuan representasi submikroskopik mahasiswa (Arifin, 2012)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan saintifik, karena berdasarkan (Asyhari & Hartati, 2015) bahwa penerapan media AR menggunakan metode ini dapat meningkatkan hasil belajar. Selain itu juga pendekatan saintifik lebih efektif untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan data yang diperoleh diketahui bahwa nilai peserta didik pada materi Struktur Elektronik Atom Periodisitas Sifat Fisik dan Kimia sebelum belajar menggunakan media AR dari mahasiswa semester IV sebanyak 34 orang diperoleh nilai terendah sebesar 33 dan nilai tertinggi sebesar 87 dengan nilai rata-rata 67,85.

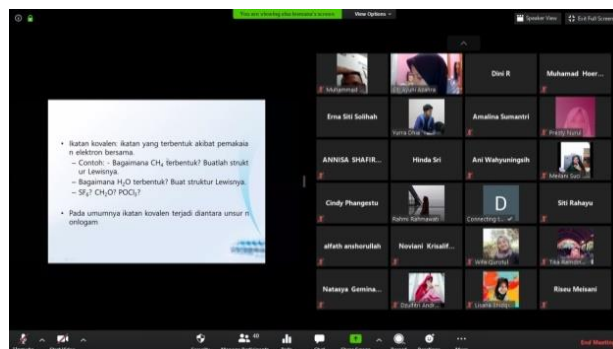
Secara keseluruhan diketahui bahwa hasil observasi menunjukkan persentase aktivitas mahasiswa pada saat pembelajaran *daring* menggunakan media AR sebesar 85% dan dikategorikan sangat baik.

Berdasarkan hasil observasi bahwa media AR dapat menjadikan suasana pembelajaran berbeda, menyenangkan dan meningkatkan minat peserta dalam belajar. Sebagaimana yang dinyatakan oleh (Anggraini & Ina, 2018) bahwa penerapan media AR dapat memberikan suasana pembelajaran interaktif karena mampu memahami pembelajaran lebih detail dan teliti.

Hasil observasi menunjukkan tidak semua mahasiswa masuk kedalam kategori baik. Hal ini dipengaruhi karena beberapa mahasiswa kesulitan pada saat menggambarkan proses hibridisasi. Kesulitan terjadi karena pada proses hibridisasi menggunakan diagram tingkat energi sehingga mahasiswa kesulitan dalam menentukan diagram tingkat energi. Selain itu, kesulitan terjadi karena pembelajaran dilakukan secara *daring* dan juga, kurang tepatnya mengarahkan kamera media AR pada marker, seharusnya diarahkan dengan tepat agar perubahan dapat terlihat dengan jelas (Wang & Chiu, 2011).

Aktivitas pertama peserta didik yaitu diberikan soal *pretest* menggunakan aplikasi LMS, yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan awal materi ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi. Peserta didik *log in* ke aplikasi LMS setelah diberikan intruksi oleh peneliti.

Tahap pertama mahasiswa mengamati materi pengantar yang ada pada LKM, sebelumnya mahasiswa diberikan stimulus, yaitu materi *prasyarat* yang dilakukan di aplikasi *zoom*.



Gambar 1. Mahasiswa Mengamati Materi Pengantar

Pada gambar diatas terlihat bahwa mahasiswa sedang melaksanakan pembelajaran mengenai materi pengantar yang ada pada LKM menggunakan aplikasi zoom.

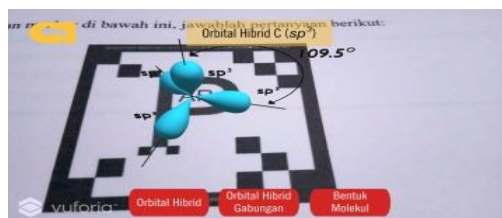
Tahap kedua yaitu menanya, mahasiswa *stay on* di *whatsapp grup* untuk melanjutkan diskusi, yaitu tanya jawab antar mahasiswa atau mahasiswa dengan peneliti.

Tahap ketiga yaitu mengumpulkan data. Mahasiswa *log in* ke aplikasi zoom untuk mengisi soal yang ada pada LKM dengan menggunakan aplikasi AR



Gambar 2. Mahasiswa Mengerjakan LKM

Pada gambar diatas mahasiswa sedang mengerjakan soal yang ada pada LKM menggunakan aplikasi zoom. Peserta diharapkan dapat menentukan bentuk molekul sp , sp^2 , sp^3 , sp^3d , sp^3d^2 , nama molekul dan proses hibridisasi. Peneliti mengarahkan peserta terlebih dahulu cara melihat bentuk molekul dan proses hibridisasi melalui aplikasi zoom. Secara keseluruhan peserta mengisi lembar kerja dengan baik dan diperoleh hasil yang baik. Namun ada beberapa peserta yang kurang mengerti dalam proses hibridisasi karena keterbatasan dalam pembelajaran daring. Berikut contoh tampilan AR yang digunakan dalam pembelajaran:



Gambar 3. Orbital Hibrid sp^3 pada CH_4

Gambar diatas merupakan salah satu molekul yang ada pada aplikasi AR yaitu pada orbital hibrid sp^3 .



Gambar 4. Orbital Hibrid Gabungan sp^3 pada CH_4

Gambar diatas merupakan salah satu molekul yang ada pada aplikasi AR yaitu pada orbital hibrid gabungan sp^3



Gambar 5. Bentuk Molekul sp^3 pada CH_4

Gambar diatas merupakan salah satu molekul yang ada pada aplikasi AR yaitu bentuk molekul sp^3

Mahasiswa dapat memahami materi dengan lebih baik menggunakan media AR, karena adanya penggambaran secara 3D. Sehingga memudahkan mahasiswa untuk merepresentasikan tampilan bentuk molekul pada proses hibridisasi. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Yuen, *et al* (2011) bahwasannya media AR memberikan visualisasi 3D yang nyata, sehingga dapat menjelaskan konsep kimia pada level submikroskopik.

Tahap keempat yaitu mengasosiasi, mahasiswa memaparkan kembali materi yang telah dipelajari menggunakan media AR dan LKM oleh salah satu mahasiswa yang mengajukan diri. Peneliti mengarahkan mahasiswa melalui *whatsapp grup* untuk memaparkan kembali materi ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi

Tahap kelima yaitu mengkomunikasikan dengan menyimpulkan materi berdasarkan objek gambar yang ada pada marker dan pertanyaan yang terdapat pada lembar kerja. Peneliti mengarahkan mahasiswa melalui aplikasi zoom untuk menyimpulkan materi ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi. Secara keseluruhan mahasiswa dapat menyampaikan kesimpulan mengenai proses hibridisasi.

Peserta mengerjakan lembar kerja di rumah masing-masing menggunakan aplikasi zoom. Kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan LKM menggunakan media AR pada materi ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi dilihat dari nilai yang diperoleh selama proses belajar

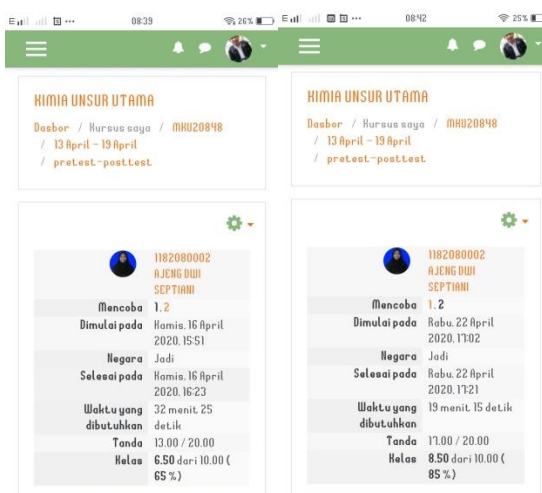
yang dilihat dari video via aplikasi zoom. Lembar kerja dibuat berdasarkan indikator kemampuan representasi submikroskopik.

Nilai rata-rata yang diperoleh keseluruhan dalam menyelesaikan lembar kerja adalah 92,5. dari 34 mahasiswa. Hal ini menunjukkan bahwa peserta mampu menyelesaikan soal yang terdapat pada lembar kerja dengan baik. Nilai tertinggi yang diperoleh yaitu sebesar 100 dan nilai terendah yang diperoleh yaitu 86 dan dapat dinyatakan sangat baik.

Secara keseluruhan dalam tahap representasi submikroskopik dengan media AR pada pembentukan ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi diperoleh hasil yang sangat baik dalam meningkatkan kemampuan representasi submikroskopik. Berdasarkan hasil penelitian mahasiswa mampu menjawab soal LK dengan benar, sehingga dapat dikatakan bahwa media AR dapat merepresentasikan proses hibridisasi dan pembentukan molekul dengan mudah. Hal ini selaras dengan yang dikemukakan oleh (Behmke et al, 2018) bahwasannya penggunaan media AR dapat memvisualisasikan representasi molekul 2D menjadi struktur 3D yang interaktif.

Peningkatan kemampuan representasi submikroskopik dapat diketahui dari hasil *pretest* dan *posttest*. *Pretest* dilaksanakan sebelum pembelajaran, sedangkan *posttest* dilakukan setelah pembelajaran selesai menggunakan media AR pada pembentukan ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi yang diterapkan.

Pemberian soal ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mengenai materi pengantar proses pembentukan ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi (Badruzaman et al., 2015). Berikut tampilan *pretest* dan *posttest* pada LMS:



Gambar 6. Pretest Posttest Mahasiswa

Berdasarkan hasil tes tertulis yang dilaksanakan untuk mengetahui peningkatan kemampuan representasi submikroskopik sebelum dan setelah pembelajaran menggunakan media AR, maka dilakukan uji hipotesis atau uji t.

Sebelum melakukan uji hipotesis, dilakukan uji normalitas pada data *pretest* dan *posttest* sebagai uji prasyarat. Uji ini dilakukan untuk mengetahui data apakah berdistribusi normal atau tidak. Untuk mengetahui data berdistribusi normal dapat diinterpretasikan dari nilai *kolmogorov* hitung.

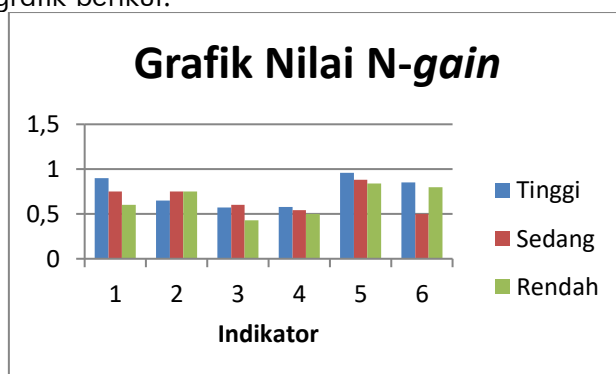
Signifikansi uji normalitas *pretes* adalah $0,069 > 0,05$ dan signifikansi *posttest* adalah $0,105 > 0,05$ yang menunjukkan kedua data berdistribusi normal. Rumus dapat dilihat pada Arifin (2012).

Selanjutnya dilakukan uji homogenitas dengan nilai signifikansi yang diperoleh dari uji homogenitas *lavene statistic* adalah $0,260 > 0,05$ menunjukkan variabel data *pretes* dan *posttest* memiliki varian yang sama. Rumus dapat dilihat pada Sugiyono (2014). Hasil yang diperoleh menunjukkan data homogen. Karena data berdistribusi normal dan homogen maka uji statistik yang digunakan yaitu uji *t paired sample* untuk menguji hipotesis.

Berdasarkan hasil uji *t* dari *pretest* dan *posttest* melalui *output SPSS IBM 23* diperoleh signifikansi uji *t* sebesar $0,000 < 0,05$ menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Rumus dapat dilihat pada Arifin (2012).

Indikator kemampuan submikroskopik yang terdapat pada *pretest* dan *posttest*. *Pertama* peserta didik dapat menggambarkan struktur lewis dari beberapa senyawa yang telah diketahui. *Kedua* Peserta didik dapat menentukan jumlah PEI dan PEB. *Ketiga* Peserta didik dapat menjelaskan proses hibridisasi pada senyawa yang telah ditentukan. *Keempat* Peserta didik dapat membedakan ikatan phi dan ikatan sigma. *Kelima* Peserta didik dapat menggambarkan geometri molekul dari senyawa yang telah ditentukan. *Keenam* Peserta didik dapat menyebutkan nama geometri molekul dari masing-masing senyawa yang telah ditentukan.

Perangkat tes kemampuan representasi submikroskopik terdapat nilai *N-gain* dari tiap indikator yang dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 7. Grafik Nilai N-gain

Berdasarkan data pada grafik, dapat dilihat bahwa kemampuan mahasiswa kelompok prestasi rendah pada indikator 1 menunjukkan peningkatan nilai *N-gain* dikarenakan materi pada indikator 1 telah dipahami oleh sebagian besar mahasiswa.

Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa dapat menggambarkan struktur lewis dari beberapa senyawa yang telah diketahui. Indikator ini bersesuaian dengan pengumpulan data. Mahasiswa diminta untuk menentukan konfigurasi elektron dan menggambarkan struktur lewisnya. Pada indikator ini semua kelompok memiliki kenaikan karena soal ini merupakan soal yang memiliki tingkat kesukaran kecil atau rendah. Sebagaimana dinyatakan oleh (Badruzaman *et al.*, 2015) bahwasannya pemberian soal ini bertujuan untuk memberi pemahaman terhadap materi pengantar pada pembentukan ikatan kovalen. Namun pada indikator ini mahasiswa masih banyak yang kurang teliti dalam menggambarkan struktur lewis dan menentukan konfigurasi elektron. Ketidaktelitian dalam membaca soal menjadi salah satu faktor. Sebagaimana dikemukakan oleh Danczak (2017) bahwa teliti merupakan sikap yang harus dimiliki dalam penyelesaian menjawab

soal untuk menghasilkan nilai yang relevan. Kebanyakan mahasiswa menjawab soal tentang penggambaran struktur lewis tidak sesuai dengan aturan.

Berdasarkan grafik dapat dilihat, bahwa kemampuan mahasiswa kelompok prestasi tinggi pada indikator 2 dan 3 menunjukkan penurunan dikarenakan mahasiswa pada kelompok tersebut seringkali keliru dalam menentukan jumlah PEI dan PEB pada suatu ikatan dan juga sering menemukan kendala ketika menuliskan hibridisasi pada diagram tingkat energi. Sehingga berakibat pada kurangnya pemahaman terhadap indikator tersebut. Kekeliruan terjadi karena kurang telitinya mahasiswa dalam menjawab soal. Ketelitian merupakan sikap yang harus dimiliki dalam penyelesaian soal agar mendapatkan nilai yang relevan (Utari *et al.*, 2017). Namun demikian, pada kelompok prestasi sedang dan rendah terjadi kenaikan dikarenakan lebih termotivasi untuk lebih memahami materi pada indikator tersebut.

Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa dapat menentukan jumlah PEI (pasangan elektron ikatan) dan PEB (pasangan elektron bebas) dan mahasiswa dapat menjelaskan proses hibridisasi pada senyawa yang telah ditentukan. Indikator ini bersesuaian dengan pengumpulan data. Mahasiswa diminta untuk menentukan jumlah PEI dan PEB pada media AR baik pada ikatan tunggal, rangkap, maupun rangkap tiga dan untuk menjelaskan proses hibridisasi menggunakan diagram tingkat energi yang ada pada media AR. Pada indikator ketiga yaitu menjelaskan proses hibridisasi yang mana pada soal ini memerlukan kemampuan representasi submikroskopik yang tinggi, karena mahasiswa dituntut untuk mempresentasikan dua dimensi (Abraham, 2010).

Berdasarkan grafik dapat dilihat, bahwa kemampuan kelompok prestasi tinggi pada indikator 4 menunjukkan penurunan seringkali menemukan kendala ketika menentukan jumlah ikatan phi dan ikatan sigma pada beberapa senyawa karena terlihat serupa sehingga berakibat pada kurangnya pemahaman terhadap indikator tersebut. sebagaimana yang dikemukakan oleh (Mustikasari, 2012) bahwa seringkali mahasiswa keliru dalam menentukan ikatan phi dan ikatan sigma karena mereka beranggapan bahwa ikatan sigma hanya terbentuk dari unsur-unsur yang memiliki orbital s. Namun demikian, terjadi kenaikan pada kelompok prestasi rendah dikarenakan cara menentukan jumlah ikatan phi dan ikatan sigma dari beberapa senyawa mudah diingat dan dipahami.

Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa dapat membedakan representasi submikroskopik pada ikatan phi dan ikatan sigma. Indikator ini bersesuaian dengan pengumpulan data. Mahasiswa diminta membedakan ikatan phi dan ikatan sigma yang terdapat pada beberapa senyawa, baik dalam ikatan tunggal, rangkap dua maupun rangkap tiga.

Berdasarkan grafik, dapat dilihat bahwa kemampuan mahasiswa seluruh kelompok pada indikator 5 menunjukkan kenaikan dikarenakan contoh yang tersaji pada media AR mudah dipahami. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa dapat menggambarkan geometri molekul dari senyawa yang telah ditentukan. Indikator ini bersesuaian dengan pengumpulan data. Mahasiswa diminta menggambarkan geometri molekul yang ada pada media AR baik pada hibridisasi sp , sp^2 , sp^3 , sp^3d dan sp^3d^2 . Begitupun dengan indikator 6 yang menunjukkan kenaikan dikarenakan penamaan geometri molekul pada media AR mudah dipahami. Namun demikian, pada kelompok prestasi tinggi dan sedang konsisten mempertahankan kemampuan pemahaman untuk indikator penamaan geometri molekul yang ada pada media AR.

Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa dapat menyebutkan nama geometri molekul dari masing-masing senyawa yang telah ditentukan. Indikator ini bersesuaian dengan pengumpulan data. Mahasiswa diminta menyebutkan nama geometri molekul yang ada pada media AR baik pada hibridisasi sp , sp^2 , sp^3 , sp^3d dan sp^3d^2 . sesuai dengan pernyataan (Nurhasanah, 2012)

bahwasanya penggambaran dan nama geometri molekul berkaitan erat, dan molekul-molekul sederhana dapat diramalkan bentuknya berdasarkan pemahaman tentang struktur elektron dalam molekul.

Secara keseluruhan diketahui bahwa mahasiswa yang prestasi tinggi memperoleh nilai N-gain sebesar 0,49 dengan interpretasi sedang, mahasiswa prestasi sedang memperoleh nilai N-gain sebesar 0,47 dengan interpretasi sedang, dan mahasiswa prestasi rendah memperoleh nilai N-gain sebesar 0,5 dengan interpretasi sedang. Dengan nilai rata-rata N-gain secara keseluruhan adalah 0,45 dengan kategori sedang. Nilai terendah adalah -0,28, sedangkan nilai tertinggi adalah 1. Semua mahasiswa memperoleh hasil nilai rata-rata N-gain dengan kategori sedang namun dengan hasil yang berbeda. Hasil tes maksimal tidak selalu diperoleh dari mahasiswa prestasi tinggi dan nilai terendah tidak selalu diperoleh dari mahasiswa prestasi rendah. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian ini dapat membantu mahasiswa dari semua golongan untuk meningkatkan kemampuan representasinya.

Hasil ini disebabkan oleh adanya bantuan media AR yang dapat memvisualisasikan proses hibridisasi dari aspek representasi submikroskopik. Hal ini membuktikan bahwa media AR ini dapat membantu meningkatkan kemampuan representasi submikroskopik mahasiswa dengan efektif. Hal ini selaras dengan penelitian Rasalingam *et al.*, (2014) bahwasannya media AR lebih efektif untuk digunakan karena dapat menarik minat peserta didik, dan dapat memberikan pemahaman lebih karena yang disajikan objek 3D dibandingkan dengan media konvensional.

Media AR dapat meningkatkan kemampuan representasi submikroskopik. Karena bahan ajar dapat tersampaikan dengan efektif diperlukan alat bantu teknologi pendidikan yang dapat memacu konsep pembelajaran (Yuliono *et al.*, 2018). Hal ini sesuai dengan penelitian Indrawati *et al.*, (2013) bahwa media AR dapat meningkatkan dan memberikan media baru dalam belajar, sehingga meningkatkan minat belajar peserta didik.

Penelitian lain dilakukan oleh Sungkur (2016) dengan hasil penelitiannya bahwa aplikasi AR dapat membantu dalam memahami konsep kompleks, dimana peserta didik sulit dalam memahami konsep tersebut. Dengan menggunakan media AR, pembelajaran dapat dibawa ke dimensi baru dimana peserta didik dapat memvisualisasikan dengan mudah apa yang terjadi pada konsep kompleks.

Penggunaan perangkat belajar yang tepat akan memudahkan peserta didik dalam mengikuti pembelajaran. Salah satu yang perlu dicermati adalah keterkaitan antara perangkat pembelajaran dengan perkembangan teknologi yang semakin maju. Karena peserta didik seringkali berhadapan dengan teknologi sehingga dapat memanfaatkan media pembelajaran berbasis AR (Yuliono *et al.*, 2018).

Pembelajaran menggunakan media AR pada pembentukan ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi menggunakan pendekatan saintifik, dapat mempermudah proses pembelajaran peserta didik dan dapat memanfaatkan teknologi yang ada. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Umar (2016) bahwasannya pendekatan saintifik dapat dikatakan sebagai proses pembelajaran yang membimbing peserta didik dalam memecahkan masalah melalui tahapan metode ilmiah dengan perencanaan yang matang, pengumpulan data yang cermat, dan analisis data yang teliti untuk menghasilkan kesimpulan. Mahasiswa juga dapat meningkatkan kemampuan representasi submikroskopik pada pembelajaran ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi menggunakan media AR.

4. KESIMPULAN

Penerapan media AR terhadap aktivitas mahasiswa pada proses pembentukan ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi menggunakan metode pembelajaran saintifik dengan sistem *daring* (dalam jaringan) menggunakan media AR dikategorikan sangat baik. Sehingga mahasiswa dapat meningkatkan kemampuan representasi submikroskopik menggunakan media AR. Mahasiswa mampu melakukan pembelajaran dengan baik meskipun via *online*. Adapun rata-rata persentase keterlaksanaan secara keseluruhan adalah sebesar 85% dan dikategorikan sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa dapat mengikuti pembelajaran dengan baik. Peningkatan kemampuan representasi submikroskopik mahasiswa dengan pendekatan saintifik pada materi ikatan kovalen berdasarkan teori ikatan valensi berbantuan media AR mengalami peningkatan. Secara keseluruhan diketahui bahwa mahasiswa yang prestasi tinggi memperoleh nilai N-gain sebesar 0,49 dengan interpretasi sedang, mahasiswa prestasi sedang memperoleh nilai N-gain sebesar 0,47 dengan interpretasi sedang, dan mahasiswa prestasi rendah memperoleh nilai N-gain sebesar 0,5 dengan interpretasi sedang. Dengan nilai rata-rata N-gain secara keseluruhan adalah 0,45 dengan kategori sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, M. (2010). Using Molecular Representations To Aid Student Understanding of Stereochemical Concepts, *87*(12), 1425–1429.
- Adami, F. Z., & Budihartanti, C. (2016). Penerapan Teknologi Augmented Reality Pada Media Pembelajaran Sistem Pencernaan Berbasis Android. *Teknik Komputer Amik BSI*, *11*(8), 122–131.
- Anggraini, Y. (2018). *Media Pembelajaran*, 23–35.
- Anggraini, Y., & Sunaryantiningsih, I. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Pengukuran Listrik Berbasis “ Augmented Reality ” pada Mahasiswa Teknik Elektro UNIPMA, *3*(2015), 37–41.
- Arifin, Z. (2012). *Evaluasi Pembelajaran*. (wajaj bahaunar Shidiq, Ed.) (2nd ed.). Jakarta: gramedia.
- Arikunto. (2007). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek Edisi Revisi VI*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Asyhari, A., & Hartati, R. (2015). Profil Peningkatan Kemampuan Literasi Sains Siswa Melalui Pembelajaran Saintifik, *4*(2), 179–191. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v4i2.91>
- Badruzaman, A., Nurdin, S., & Apriliya, S. (2015). *Pengaruh Penggunaan Media Visual Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi PETA*, 118–128.
- Behmke, D., Kerven, D., Lutz, R., Paredes, J., & Pennington, R. (2018). Augmented Reality Chemistry: Transforming 2-D Molecular Representations into Interactive 3-D Structures Augmented Reality Chemistry: Transforming 2-D Molecular, *2*, 3–11.

<https://doi.org/10.20429/stem.2018.020103>

- Bergqvist, A., Drechsler, M., Jong, O. De, & Rundgren, S. C. (2013). Representations Of Chemical Bonding Models In School Textbooks-help or Hindrance For Understanding? <https://doi.org/10.1039/c3rp20159g>
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. (2014). A case study of Augmented Reality Simulation System Application in a Chemistry Course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31–40.
- Chang, R. (2011). *General Chemistry The Essential Concepts* (6th ed.). Rockefeller Center: McGraw-Hill.
- Crandall, P. G., Iii, R. K. E., Beck, D. E., Killian, S. A., Bryan, C. A. O., Jarvis, N., & Clausen, E. (2015). Development of an Augmented Reality Game to Teach Abstract Concepts in Food Chemistry. *Jurnal of Food Science Education*, 14.
- Farida, I. (2016). The Importance of Development of Representational Competence in Chemical Problem Solving Using Interactive Multimedia, (September).
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2011). *Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks, (1993)*, 5–14. <https://doi.org/10.1039/C1RP90003J>
- Indrawati, Y., Ichwan, M., & Putra, W. (2013). *Media Pembelajaran Interaktif Pengenalan Anatomi Manusia Menggunakan Metode Augmented Reality*. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Irwansyah, F. S., Asyiah, E. N., & Farida, I. (2019). Augmented Reality-based Media on Molecular Hybridization Concepts Learning, 4(2), 227–236. <https://doi.org/10.24042/tadris.v4i2.5239>
- Irwansyah, F. S., Nurasiyah, E., Maylawati, D. S., Farida, I., & Ramdhani, M. A. (2020). *The Development of Augmented Reality Applications for Chemistry and Learning In Augmented Reality In Education*. (V. Geroimenko, Ed.). Bandung: Springer International Publishing.
- Kamelia, L. (2015). Perkembangan Teknologi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Kuliah Kimia Dasar. *Jurnal Istek*, 9(1).
- Martin, C. B., Vandehoef, C., & Cook, A. (2015). The Use of Molecular Modeling as “ Pseudoexperimental ” Data for Teaching VSEPR as a Hands-On General Chemistry Activity. <https://doi.org/10.1021/ed500806h>
- Melati, H. A. (2011). Meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa sman 1 sungai ambawang melalui pembelajaran model. *Jurnal Visi Ilmu Pendidikan*, 6(3), 619–630.
- Mustikasari, I. (2012). Analisis penguasaan konsep ikatan kimia pada mata kuliah kimia organik melalui instrumen two tier, 2(1), 99–106.
- Nurhasanah. (2012). *Penerapan Strategi Pembelajaran Index Card Match Dilengkapi Software Chemofice dan Macromedia Flash untuk Meningkatkan Kuallitas Proses dan Hasil Belajar Materi Struktur Aatom dan Geometri Molekul (Pada Siswa Kelas XI IPA 1 SMA N 1 Boyolali Tahun Pelajara*. semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Penny, M. R., Cao, Z. J., Patel, B., Sil, B., Asquith, C. R. M., Szulc, B. R., ... Hilton, S. T. (2017).

Three-Dimensional Printing of a Scalable Molecular Model and Orbital Kit for Organic Chemistry Teaching and Learning. *Journal of Chemistry Education*, 94(9), 1265–1271. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00953>

Purwanto. (2009). *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.

Rasalingam, R., Muniandy, B., & Rass, R. (2014). Exploring the Application of Augmented Reality Technology in Early Childhood Classroom in Malaysia, 4(5), 33–40.

Rosita. (2015). *Peningkatan Pemahaman Konsep Materi Persamaan Reaksi Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah Dengan Diagram Submikroskopik Di SMA*.

s. m. danczak, c. d. thompson and t. t. overton. (2017). "What does the term Critical Thinking mean to you?" A qualitative analysis of chemistry undergraduate, teaching staff and employers' views of critical thinking. <https://doi.org/10.1039/C6RP00249H>

Sartaş, M. T. (2015). Chemistry teacher candidates ' acceptance and opinions about virtual reality technology for molecular geometry, 10(20), 2745–2757. <https://doi.org/10.5897/ERR2015.2525>

Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono. (2014). *Statistika untuk Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.

Sungkur, R. K. (2016). Interactive Technology and Smart Education Augmented Reality, the Future of Contextual Mobile Learning, 13, 123–146. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1108/ITSE-07-2015-0017>

Umar, M. A. (2016). Penerapan Pendekatan Saintifik dengan Menggunakan Metode Pembelajaran Berbasis Proyek (Project-Based Learning) pada Mata Pelajaran Kimia, 11, 132–138.

Utari, D., Fadiawati, N., & Tania, L. (2017). Kemampuan Representasi Siswa pada Materi Keseimbangan Kimia Menggunakan Animasi Berbasis Representasi Kimia, 6(3), 414–426.

Wang, H., & Chiu, C. (2011). The Design and Implementation of On-Line Multi-User Augmented Reality Integrated System. *Augmented Reality-Some Emergng Application*, 228.

Wijayanti, F. (2018). Pembuatan Media Animasi untuk Topik Hibridisasi dengan Program Macromedia Flash, 2(1), 11–16.

Wulandari, I. (2018). *Pengembangan Kemampuan Representasi Submikroskopik Mahasiswa pada Materi Geometri Molekul menggunakan Media Augmented Reality*. Bandung: UIN Sunan Gunung Djati Bandung.

Yuen, S. C., Johnson, E., & Johnson, E. (2011). Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education, 4(1). <https://doi.org/10.18785/jetde.0401.10>

Yuliono, T., Sarwanto, & Rintayati, P. (2018). Keefektifan Media Pembelajaran AUgmented Reality Terhadap Penguasaan Konsep Sistem Pencernaan Manusia. doi.org/10.21009/JPD.091.06