

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Penelitian

Revolusi industri berdampak pada perubahan besar terhadap cara manusia dalam mengolah sumber daya dan memproduksi barang. Terdapat empat tahapan revolusi seiring dengan kemajuan teknologi. Revolusi industri 1.0 ditandai dengan terciptanya mesin uap pada akhir abad ke-18 yang mendorong mekanisasi dalam proses industri yang berakibat pada meningkatnya perekonomian. Revolusi industri 2.0 terjadi di awal abad ke-19 yang ditandai dengan penggunaan mesin bertenaga listrik dan ditemukannya konsep standarisasi industri. Penemuan ini memicu kemunculan pesawat telepon, mobil, pesawat terbang, dan lain-lain. Revolusi industri 3.0 terjadi di awal abad ke-20, dengan dimulainya penggunaan elektronik dan teknologi informasi untuk mendorong level baru otomatisasi produksi, yang menyebabkan tergesernya tenaga kerja manusia oleh mesin industri. Revolusi industri 4.0 yang sedang berlangsung sekarang, ditandai dengan sistem *cyber-physical* (Mosterman & Zander, 2016). Industri mulai menyentuh dunia virtual, berbentuk konektivitas manusia, mesin dan data dikenal dengan *Internet of Things* (IoT). Revolusi industri 4.0 ini menekankan pada kemampuan *Artificial Intellegent* sehingga kemunculan superkomputer, robot pintar, kendaraan tanpa pengemudi, *editing* genetik dan perkembangan neuroteknologi yang memungkinkan manusia untuk lebih mengoptimalkan fungsi otak (Bigliardi et al., 2020).

Revolusi industri membuat perubahan sangat cepat dan meluas, sehingga perubahan ini berdampak pada kondisi sosial, ekonomi dan budaya. Dengan digunakannya peralatan mesin untuk proses produksi mengakibatkan melimpahnya hasil produksi dalam waktu yang lebih efisien. Revolusi industri berdampak terhadap tatanan kehidupan manusia di seluruh dunia. Dampak positif revolusi industri diantaranya: kemudahan mengakses informasi dan berkomunikasi; efisiensi dan efektifitas produksi; meningkatnya pendapatan nasional; standar hidup yang lebih tinggi; stabilitas ekonomi; meningkatnya neraca pembayaran;

menstimulasi kemajuan sektor lain; meningkatnya peluang kerja dan spesialisasi pekerjaan, semuanya mengarah ke era lebih modern. Sedangkan dampak negatif yaitu: rentan dengan serangan siber; investasi SDM yang tidak murah dan minim; dampak teknologi terhadap lingkungan; manusia menjadi serba ketergantungan dan malas; urbanisasi; terjadinya kesenjangan pendapatan, hal ini merupakan target pekerjaan bersama untuk mencari solusinya.

Transformasi revolusi industri tidak terlepas dari permasalahan-permasalahan lingkungan, sosial, ekonomi dan budaya yang harus dihadapi secara global. Adanya permasalahan lingkungan seperti pemanasan global, hujan asam, menipisnya lapisan ozon, efek fotokimia akibat proses produksi sangat berpengaruh terhadap iklim global, sehingga untuk meminimalisir kondisi ini diperlukan kesepakatan-kesepakatan semua negara seperti yang tercetus dalam program *SDGs (Sustainable Development Goals)*/TPB (Tujuan Pembangunan Berkelanjutan) (Pizzi et al., 2020). *SDGs* adalah pembangunan skala internasional yang bertujuan menjaga peningkatan kesejahteraan ekonomi masyarakat secara berkesinambungan, pembangunan yang menjaga keberlanjutan kehidupan sosial masyarakat, pembangunan yang menjaga kualitas lingkungan hidup. *SDGs* merupakan pengembangan dari *MDGs (Millenium Development Goals)* yang berisi berbagai indikator dan tujuan pembangunan internasional selama 15 tahun ke depan (2015-2030). Terdapat 17 tujuan pembangunan berkelanjutan untuk negara-negara di dunia, diantaranya yang berkaitan dengan lingkungan yang hijau (*Green Chemistry*) seperti: menciptakan kehidupan yang sehat dan sejahtera, menyediakan air bersih dan sanitasi layak, energi bersih dan terjangkau, kota dan komunitas berkelanjutan, konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab, penanganan perubahan iklim, ekosistem laut dan pemeliharaan ekosistem darat (Pizzi et al., 2020).

*Green chemistry* atau kimia hijau berfokus pada pencegahan polusi, merupakan pendekatan untuk mengatasi masalah lingkungan baik itu dari segi bahan kimia yang dihasilkan, proses ataupun tahapan reaksi yang digunakan. Konsep ini menegaskan tentang suatu metode yang didasarkan pada pengurangan penggunaan dan pembuatan bahan kimia berbahaya baik itu dari sisi perancangan

maupun proses. Bahaya bahan kimia yang dimaksudkan dalam konsep *green chemistry* ini meliputi berbagai ancaman terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, termasuk toksisitas, bahaya fisik, perubahan iklim global, dan penipisan sumber daya alam (P. T. Anastas, 1999). “*Green Chemistry*” melibatkan struktur dan perubahan materi yang disertai dengan perubahan energi yang menyertai perubahan tersebut baik secara langsung maupun tidak langsung. *Green chemistry* merupakan pendekatan yang sangat efektif untuk mencegah terjadinya polusi karena dapat digunakan secara langsung oleh para ilmuwan dalam situasi sekarang. Konsep ini lebih memfokuskan pada cara pandang seorang peneliti untuk menempatkan aspek lingkungan pada prioritas utama. Area penelitian dalam bidang *green chemistry* ini meliputi pengembangan cara sintesis yang lebih ramah lingkungan, penggunaan bahan baku yang terbarukan, merancang bahan kimia yang *green*, serta penggunaan bioteknologi sebagai alternatif dalam industri (Choi & Verpoorte, 2019). Konsep “*The Twelve Principles of Green Chemistry*” yang digunakan sebagai acuan oleh para peneliti untuk melakukan penelitian lingkungan (P. T. Anastas & Williamson, 2009). Berikut beberapa prinsip kimia hijau yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dikaji, meliputi: mencegah timbulnya limbah dalam proses, mendesain produk bahan kimia yang aman, mendesain proses sintesis yang aman, menggunakan bahan baku yang dapat terbarukan, menggunakan pelarut yang aman, meningkatkan efisiensi energi dalam reaksi, mendesain bahan kimia yang mudah terdegradasi. Menurut prinsip tersebut, reaksi dikatakan hijau apabila tidak menghasilkan produk sampingan atau hanya menghasilkan produk samping yang ramah lingkungan dan mudah dipisahkan, produktifitas dan selektifitas tinggi, memiliki ekonomi atom tinggi. Bila memungkinkan tidak memerlukan pelarut ataupun jika menggunakan pelarut sebaiknya menggunakan air. Adakah reaksi-reaksi kimia seperti itu yang bisa dimanfaatkan dalam proses industri kimia?.

Sejak 25 tahun yang lalu, kimia hijau (*green chemistry*) telah menunjukkan kemampuan untuk menggunakan ilmu molekuler sebagai alat yang paling kuat dalam memajukan keberlanjutan (P. T. Anastas & Zimmerman, 2016). Penekanannya bahwa banyak masalah lingkungan yang berasal dari pertimbangan

molekuler, dan solusinya juga harus menampilkan dimensi molekuler. Dasar molekuler keberlanjutan, mendasari pertimbangan tentang bagaimana generasi sekarang dan yang akan datang dapat hidup dalam “batas-batas alam” yang *green*. Hal ini mencerminkan peran sentral kimia dalam menganalisis, mensintesis, dan mengubah materi dan menetapkan perlunya praktik dan pendidikan kimia untuk mengatasi keberlanjutan bumi dan sistem sosial. Melalui pengetahuan molekuler ini, pemahaman *green chemistry* yang berkaitan dengan penelitian ini dipertajam menjadi *pengembangan sintesis cairan ion melalui simulasi tingkat molekuler desain cairan ion untuk mengetahui sifat fisis cairan ion yang dapat digunakan pada suhu ruang (green)*. Sistem berpikir dan hubungannya dengan kimia hijau dan berkelanjutan, merekomendasikan bahwa pendidik kimia dapat menggunakan kerangka sistem berpikir untuk mengembangkan konteks utama melalui dasar molekuler keberlanjutan, sehingga reorientasi pendidikan kimia untuk lebih membekali siswa agar dapat mengatasi berbagai tantangan global yang muncul di zaman antroposen (P. T. Anastas & Zimmerman, 2016).

Kontek utama yang dapat diandalkan dalam upaya untuk mengatasi permasalahan lingkungan secara global (*green chemistry*) adalah konteks “Cairan Ion (*Ionic Liquids/ILs*)”, sehingga dapat disimpulkan bahwa definisi *green chemistry* merupakan konsep kimia hijau yang mensosialisasikan penggunaan bahan kimia yang ramah lingkungan dengan pendekatan desain kation-anion pembentuk cairan ion secara molekuler. Cairan ion bersifat *green*, karena memiliki sifat kimia-fisika tidak mudah terbakar, tidak korosif, tekanan uap mendekati nol, berwujud cair pada rentang suhu yang lebar, hanya terdiri dari kation dan anion (tanpa pelarut) sehingga memungkinkan penggunaannya pada suhu rendah dalam fasa cair (Shamshina et al., 2019). Cairan ion bisa digunakan sebagai pelarut yang handal menggantikan pelarut organik yang mudah menguap dan mudah terbakar yang selama ini digunakan dalam setiap sintesis dan proses senyawa kimia (Yoo et al., 2017). Penggunaan pelarut organik *volatile* dapat menyebabkan terganggunya keseimbangan alam, dan terpaparnya toksisitas penggunaannya. Tentu hal ini sangat bertentangan dengan dua belas prinsip *Green Chemistry* yang menyarankan untuk tidak menggunakan bahan-bahan kimia yang bersifat toksik yang dapat merusak

lingkungan sekitar (Ivanković, 2017). Untuk menciptakan lingkungan yang *green*, penggunaan bahan bakar fosil harus beralih dengan bahan bakar terbarukan (*Sustainable and green chemistry*), untuk mengurangi dampaknya terhadap manusia (Rauber et al., 2017). Pada pembelajaran laboratorium maya berbasis *web*, cairan ion diperkenalkan sebagai pelarut yang dapat didaur ulang dalam pelarutan dan pemrosesan, untuk menciptakan proses alternatif yang lebih aman dari limbah dan bebas aditif (Dzyuba et al., 2009).

Mengacu pada dampak positif akibat revolusi industri yaitu adanya peningkatan peluang kerja, spesialisasi pekerja dan tujuan dari pembangunan berkelanjutan pada titik fokus “pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi (*Decent Work and Economy Growth*)” serta “industri, inovasi dan infrastruktur (*Industry, Inovations, and Infrastructure*)”, maka tenaga kerja Indonesia harus memiliki kemampuan untuk bisa bersaing, mensejajarkan diri dalam skala global. Untuk mengantisipasi hal ini, lulusan harus memiliki kompetensi untuk siap bekerja saat ini dan di masa depan. Oleh karenanya kurikulum sekolah terutama kurikulum vokasi harus menyesuaikan dengan kebutuhan industri dan pelaku ekonomi. Revolusi industri sangat berpengaruh terhadap pendidikan dan pengajaran. Kurikulum harus bisa membekali siswa dengan pengetahuan dan keterampilan menggunakan hal-hal baru (*up to date*) seperti *coding*, *big data*, *artificial intelegen*. Kurikulum harus menggunakan format baru dalam pembelajaran seperti *blended learning*. Kurikulum juga harus menyesuaikan dengan tujuan pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (*Education for Sustainable Development/EDS*) atau program pendidikan berkelanjutan (*Education for Sustainable/EfS*) serta sesuai dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) (Kahl et al., 2019). Selain merekonstruksi kurikulum, mahasiswa dan dosen harus menguasai kompetensi 4.0 yang identik dengan menguasai literasi data, literasi teknologi dan literasi manusia yang harus dimiliki di era pembelajaran abad 21 (Pamungkas et al., 2020) (Jalinus et al., 2020).

Penguasaan literasi teknologi lulusan dapat terukur dari kemampuannya memanfaatkan media baru seperti internet untuk mengakses dan mengkomunikasikan informasi secara efektif (Wardina et al., 2019). Beberapa

keterbatasan yang dulu dialami manusia ketika berkomunikasi satu sama lain seperti faktor jarak, waktu, kapasitas, kecepatan dan lainnya, sekarang dapat diatasi dengan berkembangnya teknologi informasi. Perkembangan teknologi informasi telah membuka peluang bagi setiap lembaga pendidikan untuk dapat meningkatkan sistem pembelajaran dengan dukungan *tool* pembelajaran (Stojšić *et al.*, 2018). Salah satu kunci keberhasilan pembelajaran adalah tersedianya fasilitas yang dapat mendukung setiap proses belajar. Model pembelajaran yang menarik dapat mempengaruhi proses pembelajaran, baik sebagai sumber belajar, maupun sebagai sarana pendukung proses pembelajaran. Apalagi dimasa pandemi *Covid -19* ini (Hamidah *et al.*, 2020), peranan teknologi informasi menjadi kebutuhan yang sangat mendesak untuk terlaksananya pembelajaran daring (Sadikin & Hamidah, 2020). Penggunaan sarana teknologi informasi sangat berkontribusi pada humanisasi proses pendidikan, karena hal tersebut berpengaruh terhadap penerapan dalam praktik belajar yang berpusat pada siswa (Brouwer *et al.*, 2019).

Pembelajaran simulasi interaktif merupakan salah satu model pembelajaran yang menarik karena terpusat pada siswa. Simulasi dapat diakses secara *online*, dan dirancang sebagai alat untuk mendukung berbagai gaya implementasi dan lingkungan belajar. Simulasi interaktif telah terbukti menjadi alat yang handal untuk instruksi kimia melalui penggunaan visualisasi. Penelitian telah menunjukkan bahwa simulasi dan animasi molekuler secara efektif dapat membantu mahasiswa mengembangkan pemahaman yang lebih koheren tentang konsep abstrak proses molekuler selama fenomena kimia (N. D. Anastas & Maertens, 2017). Teknologi visualisasi interaktif memiliki potensi untuk mendukung pembelajaran sains untuk semua siswa, dengan memberikan representasi eksplisit dari sistem ilmiah yang tidak dapat diamati langsung. Studi ini menunjukkan potensi dan manfaat menggunakan visualisasi interaktif selama instruksi penyelidikan sebagai sumber daya untuk membantu semua siswa yang secara tradisional kurang terlayani. Lingkungan pemodelan interaktif memungkinkan siswa untuk membangun dan merevisi visual (Ryoo *et al.*, 2018). Proyek Visualisasi Mekanika Kuantum *QuVis* menyediakan simulasi interaktif berbasis penelitian yang tersedia secara bebas untuk pembelajaran mekanika

kuantum di berbagai topik dan level (Kohnle et al., 2017). Penelitian lain memberikan gambaran bahwa simulasi yang berlangsung secara efektif dapat memberi kesempatan pada mahasiswa untuk terlibat dalam proses berpikir tingkat tinggi (Falloon, 2019).

Hasil penelitian yang berkaitan dengan simulasi interaktif dalam bidang vokasi, mengungkapkan bahwa penggunaan lembar kerja siswa (LKPD) berbasis *Software Simulasi Interaktif PhET* secara kognitif melalui *Guided Discovery* dapat mengembangkan keterampilan siswa dalam berbagai aspek (Nurahman et al., 2019). Penelitian lain menyajikan pembelajaran aktif melalui praktik pengembangan program simulasi kontrol industri sederhana, dengan menggunakan perangkat lunak *Proteus* dan *LabVIEW* untuk mengatasi terbatasnya peralatan praktek. Hasil observasi dan evaluasi pembelajaran menunjukkan bahwa dengan membuat program simulasi sederhana, siswa lebih mudah mengembangkan keterampilan matematika, berpikir logis dan pemecahan masalah. Efektivitas pembelajaran dapat diukur dari nilai kepuasan dan keterlibatan siswa, yang termasuk cukup tinggi. (Artanto et al., 2020).

“*Sustainability in Technical and Vocational Education*”, menjelaskan bahwa membangun keseimbangan antara tuntutan sektor produktif dan lingkungan sosial merupakan tantangan terbesar di bidang keberlanjutan. *Education for Sustainability/EfS* atau *Education for Sustainable Development/ESD* dapat membantu lembaga pendidikan, khususnya politeknik, untuk mengatasi tantangan tersebut. Keterpaduan aspek keberlanjutan dalam pendidikan memerlukan penataan kembali tatanan didaktik. Dalam hal ini, *Experience Learning Theory (ELT)* dapat membantu Lembaga Pendidikan untuk meningkatkan *EfS/EDS*. *ELT* adalah salah satu cara paling efektif untuk mempromosikan perubahan positif pada individu dan kelompok (Palma et al., 2020). Pada pendidikan vokasi khususnya tingkat politeknik, mahasiswa harus melakukan praktek langsung dan pekerjaan laboratorium yang penting ketika pembelajaran. Tidak mudah untuk merancang lingkungan *online* untuk praktik, akan tetapi hal ini dapat dilakukan pengajar dengan mengadopsi lingkungan belajar *online* yang menggabungkan sumber daya berbasis *web*, seperti laboratorium virtual, kegiatan interaktif, video pendidikan,

INA YULIANTI, 2021

**PENGEMBANGAN MODEL SINUS (SIMULASI INTERAKTIF IONIC LIQUIDS BERBASIS PROGRAM SKETCH)  
UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI MAHASISWA**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

dan metodologi pembelajaran berbasis permainan (*Estriegana et al.*, 2019) (*Yamamoto et al.*, 2020).

Telah banyak dibahas penelitian tentang pembelajaran virtual berbasis web, simulasi interaktif, simulasi elektronik, praktikum virtual, laboratorium virtual, pembelajaran terpusat pada siswa, video pendidikan, pembelajaran berorientasi *game*. Dalam penelitian sains dan teknologi, juga telah banyak dibahas terkait materi cairan ion, *green chemistry*, *green solvent*, keberlanjutan cairan ion. Tetapi masih sangat jarang dibahas materi cairan ion dalam pembelajaran vokasi, khususnya dalam lingkungan politeknik, materi cairan ion belum terakomodir dalam kurikulum politeknik. Sudah cukup lama teknologi cairan ion diimplementasikan di bidang sains dan teknologi industri, sejak penemuan cairan ion pertama kali pada tahun 1914 oleh *Walden* (*Benedetto & Galla*, 2018), akan tetapi di bidang pendidikan dan pengajaran masih dibutuhkan waktu untuk dapat mengimplementasikannya. Terdapat kesenjangan antara kemajuan teknologi cairan ion dengan konten kurikulum politeknik, terutama kurikulum Teknik kimia. Silabus kurikulum teknik kimia harus direkonstruksi (*Azizah & Mudzakir*, 2016) untuk dapat menampilkan konteks cairan ion sebagai acuan dalam memilih pelarut yang aman dan ramah lingkungan (*Montalbán et al.*, 2018). Kompetensi ini sangat diperlukan ahli madya teknik kimia untuk merencanakan dan mengolah bahan kimia sebagai standar yang tersirat pada SKKNI No. 165 Tahun 2016. Kompetensi tersebut sangat penting disampaikan dalam kurikulum politeknik, sehingga diperlukan upaya untuk dapat mensosialisasikan konteks tersebut pada mahasiswa dan dosen.

Untuk mengakomodir kebutuhan mahasiswa dan dosen terhadap materi pembelajaran cairan ion dalam upaya mensejajarkan kompetensi lulusan dengan ahli madya dunia, serta ditambah dengan kebutuhan pembelajaran daring pada situasi masa pandemi *Covid-19* sekarang, maka telah dirancang model pembelajaran *SINUS* (Simulasi Interaktif *Ionic Liquids* Berbasis Program *Sketch*) dengan maksud untuk dapat membantu mempermudah pemahaman konteks cairan ion dalam upaya meningkatkan kompetensi pengetahuan, keterampilan dan sikap mahasiswa dalam hal perencanaan, pengolahan dan penggunaan bahan kimia yang



sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh SKKNI. Kebaruan rancangan tersebut terletak pada menu simulasi interaktif *SINUS* yang menggabungkan ide rancang bangun struktur *Marvin Sketch* cairan ion dengan data base sifat fisik cairan ion dengan kation yang dibatasi hanya imidazolium.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil analisis terhadap permasalahan global dan analisis terhadap kebutuhan media pembelajaran yang telah diuraikan sebelumnya, maka titik fokus permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan dalam bentuk pertanyaan, “Bagaimana model pembelajaran *SINUS* yang dirancang dan dikembangkan dapat meningkatkan kompetensi mahasiswa pada kategori industri pengolahan bahan kimia di politeknik?”. Untuk lebih mengarahkan penelitian, maka rumusan masalah tersebut dijabarkan menjadi beberapa pertanyaan penelitian:

- 1) Bagaimana karakteristik model pembelajaran *SINUS* yang dibutuhkan oleh mahasiswa Program Studi D3 Teknik Kimia?
- 2) Bagaimana model simulasi interaktif *SINUS* yang dirancang dan dikembangkan dapat memberikan peluang dan membantu mahasiswa agar dapat meningkatkan kompetensi pengetahuan, keterampilan dan sikap dalam merencanakan, menyiapkan dan mengolah bahan kimia yang *green* untuk proses produksi?
- 3) Bagaimana respon mahasiswa terhadap model pembelajaran *SINUS* yang sudah dirancang dan dikembangkan dan bagaimana kontribusinya untuk pendidikan vokasi berkelanjutan?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model pembelajaran *SINUS* yang dapat meningkatkan kompetensi mahasiswa pada kategori industri pengolahan bahan kimia di politeknik. Tujuan lainnya adalah untuk mendapatkan informasi terkait:

- 1) Karakteristik model pembelajaran *SINUS* yang dibutuhkan oleh mahasiswa Program Studi D3 Teknik Kimia.

- 2) Potensi model pembelajaran *SINUS* untuk memberikan peluang dan membantu mahasiswa vokasi agar dapat meningkatkan kompetensi pengetahuan, keterampilan dan sikap mahasiswa dalam merencanakan, menyiapkan dan mengolah bahan kimia untuk proses produksi
- 3) Respon mahasiswa terhadap model pembelajaran *SINUS* yang sudah dirancang dan dikembangkan dan kontribusinya terhadap pendidikan vokasi berkelanjutan.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian untuk mahasiswa vokasi, dosen, politeknik, maupun institusi pendidikan lainnya adalah:

- (1) Bagi mahasiswa politeknik, melalui penelitian ini diharapkan adanya peningkatan kompetensi pengetahuan, keterampilan dan sikap mahasiswa dalam membuat rencana produksi, dan menyiapkan bahan kimia untuk proses produksi dengan turut serta membudayakan penggunaan bahan kimia yang bersifat *green chemistry (green solvent)*.
- (2) Bagi dosen, diharapkan penelitian ini dapat:
  - a. Memotivasi dosen untuk berinovasi membuat dan menggunakan model pembelajaran yang lebih inovatif.
  - b. Mendiseminasikan/mensosialisasikan materi cairan ion sebagai material berteknologi terkini yang bersifat ramah terhadap lingkungan (*green chemistry*).
- (3) Bagi politeknik dan institusi pendidikan lainnya, diharapkan dapat memberikan rekomendasi supaya model pembelajaran *SINUS* yang dikembangkan dapat memperkaya kurikulum Politeknik, dengan merekonstruksi kurikulum yang disesuaikan dengan tujuan pendidikan vokasi untuk pembangunan berkelanjutan.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

BAB I PENDAHULUAN, berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat.

BAB II KAJIAN PUSTAKA, berisi bahasan pembelajaran simulasi interaktif, pembelajaran berbasis *Web*, cairan ion, *Ekspierience Learning Theory (ELT)*,

INA YULIANTI, 2021

*PENGEMBANGAN MODEL SINUS (SIMULASI INTERAKTIF IONIC LIQUIDS BERBASIS PROGRAM SKETCH) UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI MAHASISWA*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Pendidikan vokasi, transformasi revitalisasi dan inovasi Pendidikan vokasi abad 21, standar kompetensi, dan kompetensi pengetahuan keterampilan & sikap.

BAB III METODE PENELITIAN, berisi paradigma penelitian, desain penelitian, alur penelitian, tempat dan waktu penelitian, sampel penelitian, prosedur dan instrumen penelitian, teknik pengumpulan data dan teknik analisis data.

Bab IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN, berisi karakteristik Model *SINUS*, hasil validasi 1 dan 2, hasil pengembangan uji-coba dan implementasi, hasil simulasi interaktif *SINUS* dan hasil angket mahasiswa serta pembahasan seluruh hasil temuan untuk menjawab rumusan masalah.

BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI, menyajikan penafsiran dan pemahaman peneliti. Simpulan menjawab pertanyaan penelitian sedangkan implikasi merupakan konsekwensi/akibat langsung penelitian dan rekomendasi merupakan saran yang ditujukan untuk pemangku kepentingan, peneliti selanjutnya atau tindak lanjut.