

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

IPA Terpadu adalah ilmu yang mengintegrasikan beberapa disiplin ilmu yang berbeda (Biologi, Mikrobiologi, Ekologi, Fisika, Kimia, Ilmu Bumi, dan Astronomi) (Hewitt, Lyons, Suchocki & Yeh, 2013). UNESCO mempunyai beberapa alasan untuk memperkenalkan IPA terpadu di berbagai negara. UNESCO menjelaskan bahwa IPA terpadu sebagai elemen dasar dalam pendidikan. Pembelajaran IPA terpadu di tingkat dasar dan menengah dapat memberikan dasar yang kuat pada siswa untuk mempelajari IPA yang lebih lanjut atau mata pelajaran spesialis lainnya. Selain itu, perkembangan ilmu pengetahuan modern saat ini mengarah pada sifat interdisipliner (Oludipe, 2012; Frey, 1989) menyatakan bahwa IPA terpadu bertujuan untuk menggabungkan konsep, perspektif, dan metode dari berbagai disiplin ilmu untuk menginterpretasikan fenomena ilmiah di kehidupan sehari-hari. Dasar pemikiran kurikulum terintegrasi adalah menunjukkan bagaimana pengetahuan lintas disiplin mempunyai keterkaitan antara satu dengan yang lain (Yager & Lutz, 1994). Berdasarkan alasan-alasan tersebut, banyak pendidik yang mendukung implementasi kurikulum IPA terpadu (Zhou & Kim, 2010).

Pada kurikulum yang diterapkan di Indonesia saat ini, seorang calon guru IPA, guru IPA, dan dosen pada matakuliah IPA terpadu di tingkat universitas harus mampu mengajarkan IPA secara terintegrasi. Selain itu, calon guru harus mempunyai kemampuan pengetahuan interdisipliner dan keterampilan berkomunikasi yang baik. Namun, implementasi IPA terpadu di lapangan khususnya di Indonesia masih banyak terjadi permasalahan. Permasalahan IPA terpadu ditemukan baik ditingkat sekolah maupun ditingkat universitas. Pada tahun 2013, ada perubahan kurikulum di Indonesia dari kurikulum KTSP 2006 menjadi kurikulum 2013. Salah satu perbedaan kedua kurikulum tersebut adalah pada kurikulum KTSP 2006 mata pelajaran IPA di ajarkan secara terpisah (Fisika, Kimia, dan Biologi), sehingga tidak ada keterkaitan antara mata

Nanang Winarno, 2021

PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN IPA TERPADU DENGAN PENDEKATAN INTEGRATED CURRICULUM - SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (IC-STEM) MELALUI ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR LEARNING (EDPL) UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN INTERDISIPLINER DAN KETERAMPILAN BERKOMUNIKASI

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

pelajaran Fisika, Kimia, dan Biologi. Sedangkan, pada kurikulum 2013 mata pelajaran IPA harus diajarkan secara terintegrasi antara Kimia, Fisika, dan Biologi, sehingga ada keterkaitan antara mata pelajaran yang satu dengan lainnya. Perubahan kurikulum tersebut berdampak pada dunia pendidikan IPA sehingga perubahan tersebut menjadi salah satu faktor dari permasalahan yang ada.

Berdasarkan studi lapangan dan hasil wawancara kepada calon guru IPA, guru IPA, dan dosen pendidikan IPA, ada beberapa permasalahan IPA terpadu di Indonesia. Beberapa permasalahan tersebut adalah (1) Kemampuan awal pengetahuan interdisipliner calon guru IPA cenderung menjelaskan sebuah topik hanya satu disiplin ilmu saja; (2) Kemampuan berkomunikasi calon guru IPA masih perlu ditingkatkan; (3) Kurikulum yang dikembangkan belum mencerminkan IPA terpadu dengan maksimal; (4) Buku ajar IPA terpadu yang digunakan belum terintegrasi dengan baik. Selain itu, berdasarkan sebuah pertemuan pada kegiatan Perkumpulan Pendidikan IPA Indonesia (PPII) yang di hadiri oleh para dosen Pendidikan IPA di seluruh Indonesia menyimpulkan bahwa mata kuliah IPA terpadu di tingkat Universitas masih banyak kendala dalam implementasinya. Hasil studi lapangan dan wawancara tersebut didukung oleh studi literatur yang menyatakan bahwa persepsi siswa terhadap IPA terpadu adalah sulit, membosankan, kurang menarik, dan abstrak. Permasalahan-permasalahan IPA terpadu ketika diimplementasikan adalah latar belakang guru yang mengajar tidak linier, buku ajar dan kurikulum IPA terpadu belum dikembangkan dengan baik (Winarno, Rusdiana, Riandi, Susilowati, Afifah, 2020).

Selanjutnya, Winarno, Widodo, Rusdiana, Rochintaniawati, dan Afifah (2019) menjelaskan bahwa pemahaman konsep awal calon guru IPA pada beberapa topik IPA terpadu seperti pesawat sederhana, sistem pernafasan, bunyi, dan pemanasan global masih belum sesuai yang diharapkan. Pada penelitian tersebut menginvestigasi 44 calon guru IPA. Hasil penelitian tersebut menjelaskan bahwa pada topik pesawat sederhana calon guru IPA menjelaskan pesawat sederhana dengan Fisika (97,73%) dan IPA terpadu (2,27%). Pada topik sistem pernafasan, calon guru IPA menjelaskan secara Biologi (95,45%) dan IPA terpadu (4,55%). Pada topik bunyi, calon guru IPA

Nanang Winarno, 2021

PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN IPA TERPADU DENGAN PENDEKATAN INTEGRATED CURRICULUM - SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (IC-STEM) MELALUI ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR LEARNING (EDPL) UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN INTERDISIPLINER DAN KETERAMPILAN BERKOMUNIKASI

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

menjelaskan secara Fisika (61,36%) dan IPA terpadu (38,64%). Sedangkan, pada topik pemanasan global calon guru IPA menjelaskan secara Fisika (61,36%) dan IPA terpadu (38,64%). Hal ini karena sebagian besar calon guru IPA masih cenderung menjawab soal berdasarkan satu disiplin ilmu. Mereka belum menunjukkan kemampuan menjawab pertanyaan dengan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu yang berbeda (interdisipliner). Selanjutnya, berdasarkan studi kasus lainnya dijelaskan bahwa calon guru IPA juga merasa kesulitan dalam bidang sains khususnya pada topik Hukum Newton (Winarno, dkk., 2019). Selain itu, pembelajaran IPA terpadu pada tingkat Universitas biasanya menggunakan referensi sebuah buku "*How to integrate the curricula*". Pada buku tersebut, Fogarty dan Pete (2009) menjelaskan bagaimana cara mengintegrasikan kurikulum yang terdiri dari 10 model yaitu *Cellular, Connected, Nested, Shared, Webbed, Integrated, Sequenced, Threaded, Immersed*, dan *Networked*. Model-model tersebut yang sering digunakan dalam mengintegrasikan sebuah topik pada IPA terpadu. Padahal buku tersebut adalah buku kurikulum dan tidak berhubungan dengan konten IPA. Jadi, buku ajar IPA terpadu pada tingkat universitas perlu dikembangkan untuk digunakan dalam pembelajaran mata kuliah IPA terpadu.

Permasalahan implementasi IPA terpadu tidak hanya terjadi di Indonesia, namun di beberapa negara juga mengalami kendala yang sama. Beberapa penelitian menjelaskan bahwa implementasi kurikulum IPA terpadu pada tingkat SMP di China belum sukses seperti yang diharapkan (Sun, Wang, Xie, & Boon, 2014). Oludipe (2012) juga menyatakan bahwa implementasi kurikulum IPA terpadu di Nigeria masih belum maksimal. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan penelitian Nampota (2008), temuannya menyatakan bahwa kurikulum IPA terpadu yang di implementasikan belum berhasil mencapai tujuan pembelajaran sebagai dasar yang kuat untuk level pendidikan tinggi (universitas). Implementasi IPA terpadu tersebut belum sukses karena disebabkan beberapa permasalahan pada guru, siswa, dosen, calon guru IPA atau *stakeholders* yang lain. Selain itu, beberapa penelitian lainnya mengungkapkan bahwa persepsi siswa terhadap IPA terpadu tergolong pelajaran yang sulit, membosankan, dan kurang menarik. Hal ini dikarenakan menurut persepsi siswa konsep sains itu adalah

Nanang Winarno, 2021

PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN IPA TERPADU DENGAN PENDEKATAN INTEGRATED CURRICULUM - SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (IC-STEM) MELALUI ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR LEARNING (EDPL) UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN INTERDISIPLINER DAN KETERAMPILAN BERKOMUNIKASI

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

abstrak (Ogunkola & Samuel, 2011). Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian mengungkapkan bahwa persepsi siswa terhadap implementasi model IPA terpadu tersebut masih rendah (Zhang & He, 2012). Kemampuan siswa menggunakan ilmu sains (Fisika, Biologi, dan Kimia) di kehidupan sehari-hari masih lemah (Wei, 2009).

Pengetahuan interdisipliner adalah pengetahuan seseorang dalam mengintegrasikan atau menghubungkan sebuah topik dengan bidang ilmu yang lain (Tress, 2014). Pengetahuan interdisipliner tersebut adalah salah satu dari tujuan pembelajaran pada mata kuliah IPA terpadu calon guru IPA. Selanjutnya, keterampilan abad 21 terdiri dari literasi informasi, kolaborasi, komunikasi, inovasi dan kreativitas, pemecahan masalah, dan *responsible citizenship* (Jia, Oh, Sibuma, LaBancab & Lorentson, 2016; Costa dan Cogan-Drew's, 2009). Sardone dan Devlin-Scherer (2010) menyatakan bahwa abad 21 terdiri dari berfikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, inovasi, komunikasi, dan kolaborasi. Sedangkan, *partnership for 21st Century Skills* (2002) menjelaskan bahwa pada keterampilan abad 21 meliputi berfikir kritis, komunikasi, kolaborasi dan kreativitas. Pada program studi tempat penelitian dilakukan, bahasa pengantar pembelajaran yang digunakan adalah Bahasa Inggris. Keterampilan berkomunikasi sangat diperlukan untuk dilatihkan pada calon guru IPA tersebut. Berdasarkan observasi, ada sebagian calon guru IPA yang masih perlu meningkatkan keterampilan komunikasinya. Pembelajaran yang melatih keterampilan berkomunikasi sangat ditekankan pada program studi ini. Keterampilan berkomunikasi menjadi salah satu kunci kesuksesan calon guru IPA sebagai guru di sekolah internasional. Selain itu, dalam kerangka PISA dalam *Scientific Literacy Assessment 2015* disebutkan bahwa mahasiswa harus memiliki kompetensi untuk menjelaskan suatu fenomena yang ada di dunia secara ilmiah, yang dapat dicapai melalui komunikasi lisan. Kemampuan menjelaskan suatu fenomena, menghipotesiskan kemungkinan perubahan, mengidentifikasi deskripsi yang benar, penjelasan, dan prediksi termasuk dalam kompetensi yang penting dimiliki siswa (OECD, 2016). The expert blind spot (EBS) menyiratkan bahwa bahkan beberapa ahli

Nanang Winarno, 2021

PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN IPA TERPADU DENGAN PENDEKATAN INTEGRATED CURRICULUM - SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (IC-STEM) MELALUI ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR LEARNING (EDPL) UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN INTERDISIPLINER DAN KETERAMPILAN BERKOMUNIKASI

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

dengan pengetahuan konten tinggi mungkin memiliki masalah dalam komunikasi sains (Nathan dan Koedinger, 2000). Jadi, pengetahuan interdisipliner, keterampilan berkomunikasi, dan kreativitas tersebut hal yang sangat penting dimiliki oleh calon guru IPA karena calon guru IPA tersebut akan mengajar IPA terpadu pada tingkat SMP setelah lulus dari jurusan Pendidikan IPA.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan sebuah solusi menggunakan pendekatan interdisipliner yang menarik supaya pembelajaran IPA terpadu khususnya ditingkat universitas dapat lebih maksimal dalam implementasinya. Haggis dan Adey (1979) menyatakan bahwa *scope of integration* pada IPA terpadu dapat dibagi menjadi 3 yaitu *two science disciplines* (dua bidang IPA), *three science disciplines* (tiga bidang IPA), dan *two more sciences plus at least one non-science subject* (dua bidang IPA dengan menambahkan minimal satu bidang ilmu selain IPA). Contoh pada *scope two more sciences plus at least one non-science subject* adalah mengintegrasikan bidang Fisika, Biologi, Kimia, Teknologi, dan Matematika (Haggis & Adey, 1979). Berdasarkan pernyataan tersebut ada beberapa kesamaan antara pembelajaran IPA terpadu dan pembelajaran menggunakan pendekatan STEM. Berdasarkan analisis karakteristik dari calon guru IPA didapatkan bahwa calon guru IPA mempunyai ketertarikan karir yang berhubungan dengan STEM (Winarno, dkk., 2018). Selain itu, calon guru IPA juga mempunyai sikap yang menunjukkan ada ketertarikan terhadap STEM (Winarno, Widodo, Rusdiana, Rochintaniawati dan Afifah, 2017). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ada kecocokan antara pendekatan STEM yang diimplementasikan pada matakuliah IPA terpadu pada calon guru IPA.

STEM adalah akronim dari *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Wong, Dillon, & King, 2016; Pimthong & Williams, 2018). Pendidikan STEM bertujuan untuk mengintegrasikan empat disiplin ilmu yang berbeda yaitu *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (Steele, 2016). Ercan, Altan, Taştan, dan Dağ (2016) menjelaskan bahwa *STEM Education* adalah sebuah pendekatan yang dapat digunakan dalam pembelajaran. Saat ini, implementasi yang berkaitan dengan *STEM education* menjadi sebuah trend baru dalam reformasi kurikulum pendidikan

Nanang Winarno, 2021

PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN IPA TERPADU DENGAN PENDEKATAN INTEGRATED CURRICULUM - SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (IC-STEM) MELALUI ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR LEARNING (EDPL) UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN INTERDISIPLINER DAN KETERAMPILAN BERKOMUNIKASI

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

internasional (Tsai, Chung & Lou, 2018). Beberapa studi tentang pendidikan STEM biasanya mengintegrasikan pendekatan STEM dengan pendekatan atau model pembelajaran lain. Beberapa contoh integrasi tersebut antara lain *STEM-Project Based Learning* (Samsudin, Jamali, Zain, & Ebrahim, 2020; Hanif, Wijaya, Winarno, & Salsabila, 2019), STEM melalui *Problem Based Learning* (Tawfik, Trueman, & Lorz, 2014), dan STEM melalui *Engineering Design Process* (Nurtanto, Pardjono, Widarto, & Ramdani, 2020; English, King, & Smeed, 2016). Lin, Hsiao, Chang, Chien, dan Wu (2018) menyatakan bahwa salah satu bagian penting dari STEM Education adalah *engineering*. Hertel, Cunningham, dan Kelly (2007) menjelaskan bahwa pembelajaran IPA harus diintegrasikan dengan *engineering design* karena siswa dapat mempelajari dua aspek sekaligus yaitu sains dan *engineering*. Pendidik diharapkan dapat menekankan pendidikan STEM melalui *engineering design process* dalam pembelajaran (Yu, Wu, & Fan, 2019).

Menurut Banko, Grant, Jabot, McCormack, dan O'Brien (2013) mengungkapkan bahwa the *Next Generation Science Standards* (NGSS) dapat digunakan sebagai reformasi pendidikan sains saat ini. Implementasi NGSS tersebut menekankan integrasi antara *engineering* dan pembelajaran IPA di sekolah. Selain itu, *engineering design* pada implementasi NGSS dapat meningkatkan motivasi siswa, keterampilan berfikir kreatif, dan kemampuan menghubungkan sains dengan *engineering*. Selanjutnya, *engineering design process* adalah salah satu bagian penting dari pendidikan STEM (Lin, Hsiao, Chang, Chien & Wu, 2018). Atman et.al (2007) menyatakan bahwa *engineering design* adalah salah satu kemampuan yang dibutuhkan oleh siswa dalam *engineering* education. *Engineering design process* tidak hanya digunakan pada *engineering education* saja, tetapi juga bisa diimplementasikan pada pendidikan IPA. Reformasi pendidikan K-12 saat ini adalah menekankan pada pembelajaran IPA yang diintegrasikan dengan *engineering design* (Guzey, Ring-Whalen, Harwell, & Peralta, 2017; Lie, Aranda, Guzey, & Moore, 2019). Berbagai negara menekankan perlunya *engineering* ke dalam pendidikan sains (Crotty et.al,

Nanang Winarno, 2021

PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN IPA TERPADU DENGAN PENDEKATAN INTEGRATED CURRICULUM - SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (IC-STEM) MELALUI ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR LEARNING (EDPL) UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN INTERDISIPLINER DAN KETERAMPILAN BERKOMUNIKASI

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

2017). Selanjutnya, Guzey, Moore, Harwell dan Moreno (2016) juga menyatakan bahwa *engineering design process* adalah visi baru pada pendidikan sains.

Penelitian yang mengintegrasikan STEM melalui *engineering design process* dengan pendidikan IPA sudah mulai diimplementasikan di beberapa negara. Penelitian tersebut kebanyakan menggunakan pendekatan penelitian seperti *systematic review (meta-analysis)*, kuantitatif, kualitatif, dan *mixed methods*. Beberapa penelitian yang menggunakan pendekatan *systematic review (meta-analysis)* yang berkaitan dengan *engineering design process* bertujuan untuk merangkum informasi pembelajaran yang menggunakan *engineering design process* melalui *project-oriented capstone courses* (Dutson, Todd, Magleby, & Sorensen, 1997). Winarno, Rusdiana, Samsudin, Susilowati, dan Afifah (2020) menjelaskan bahwa STEM melalui *engineering design process* bermanfaat untuk siswa, calon guru, guru dan *stakeholders* yang lain. Selain itu, Lammi, Denson dan Asunda (2018) dalam penelitiannya, bertujuan untuk mereview artikel yang berhubungan dengan tantangan *engineering design* ditingkat SMP. Selanjutnya, beberapa penelitian bertujuan untuk mereview artikel *engineering design process* pada pembelajaran IPA. Penelitian tersebut menginvestigasi tahapan-tahapan pembelajaran dari implementasi STEM melalui *engineering design process* yang digunakan dalam pembelajaran sains (Arik & Topçu, 2020; Winarno, Rusdiana, Samsudin, Susilowati, & Afifah, 2020)

Pada penelitian kuantitatif, beberapa penelitian menginvestigasi pengaruh STEM melalui *engineering design process* terhadap kemampuan pemecahan masalah (Yukri, Halim, Mohtar & Soewarno, 2018), dan respon guru (Pleasants, Olson, & De La Cruz, 2020). Ada penelitian lainnya menginvestigasi pengaruh *engineering design process* terhadap konten *engineering* dan sikap terhadap STEM (Lie, Guzey, & Moore, 2019), ketertarikan terhadap pelajaran STEM dan karir dibidang STEM (Shahali, Halim, Rasul, Osman, & Zulkifeli, 2016), rasa ingin tahu dan disiplin ilmu (Ward, Lyden, Fitzallen, & León de la Barra, 2016), sikap terhadap sains dan pengetahuan konten sains (Wendell & Rogers, 2013). Selain itu, Fan dan Yu (2015) dalam penelitiannya menginvestigasi pengaruh pendekatan STEM melalui praktek *engineering design*

Nanang Winarno, 2021

PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN IPA TERPADU DENGAN PENDEKATAN INTEGRATED CURRICULUM - SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (IC-STEM) MELALUI ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR LEARNING (EDPL) UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN INTERDISIPLINER DAN KETERAMPILAN BERKOMUNIKASI

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

terhadap pengetahuan konseptual, keterampilan berfikir tingkat tinggi, dan aktivitas mendesain sebuah proyek. Selanjutnya, Yu, Wu, dan Fan (2019) menguji hubungan *engineering design process* terhadap pengetahuan saintifik, berfikir kritis pada desain produk yang dihasilkan.

Pada penelitian kualitatif, STEM melalui *engineering design process* juga digunakan dalam pembelajaran IPA. Beberapa penelitian bertujuan untuk menginvestigasi penggunaan STEM melalui *engineering design process* terhadap pemahaman siswa (Park, Park, & Bates, 2016; Schnittka, 2012), pemahaman guru (Mesutoglu, & Baran, 2020), pengambilan keputusan reflektif (Wendell, Wright, & Paugh, 2017), pandangan siswa tentang desain (Lie, Aranda, Guzey, & Moore, 2019), wacana kelas (McFadden & Roehrig, 2018), dan pemecahan masalah (English, Hudson, & Dawes, 2013). Selanjutnya, beberapa penelitian lainnya juga menginvestigasi pengaruh STEM melalui *engineering design process* terhadap perkembangan ide dan *design thinking* (English, Hudson, & Dawes, 2012), materi pelajaran dan *pedagogical content knowledge* (Hynes, 2012), perencanaan dan praktik pemodelan siswa (Bamberger & Cahill, 2013). Selain itu, Capobianco, DeLisi, dan Radloff (2018) menjelaskan perkembangan guru sekolah dasar ketika mengimplementasikan *engineering design process*. Sedangkan, Chiu dan Linn (2011) menginvestigasi bagaimana siswa mengintegrasikan matematika atau sains ke dalam pekerjaan desain *engineering* mereka.

Pada penelitian yang menggunakan *mixed methods*, beberapa penelitian bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh STEM melalui *engineering design process* terhadap minat situasional siswa (Dohn, 2013), persepsi siswa tentang *engineering* dan teknologi (Hammack, Ivey, Utley, & High, 2015), *the efficacy* (Maeng, Whitworth, Gonczi, Navy, & Wheeler, 2017), pengetahuan konten (Marulcu, & Barnett, 2013), konsepsi siswa (Schnittka & Bell, 2011; Dankenbring & Capobianco, 2016), dan kemampuan siswa dalam menangani kompleksitas tugas (English, King, & Smeed, 2016). Selain itu, beberapa penelitian yang berkaitan dengan *engineering design process* juga digunakan untuk menginvestigasi beberapa variable dalam penelitiannya.

Nanang Winarno, 2021

PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN IPA TERPADU DENGAN PENDEKATAN INTEGRATED CURRICULUM - SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (IC-STEM) MELALUI ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR LEARNING (EDPL) UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN INTERDISIPLINER DAN KETERAMPILAN BERKOMUNIKASI

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

Penelitian tersebut bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh *engineering design* terhadap prestasi belajar dan minat siswa (Guzey, Ring-Whalen, Harwell, & Peralta, 2017), pemahaman siswa dan *self-efficacy* (Zhou dkk., 2017), pengetahuan konten, konsepsi STEM, dan pandangan teknik (Aydin-Gunbatar, Tarkin-Celikkiran, Kutucu & Ekiz-Kiran, 2018). Selanjutnya, Berland dkk. (2013) dalam penelitiannya bertujuan untuk mengidentifikasi siswa dalam menerapkan sains dan matematika pada pekerjaan *engineering* mereka. Walaupun sudah ada penelitian-penelitian di bidang pendidikan IPA sebelumnya yang menggunakan pendekatan STEM melalui *engineering design process*. Namun, belum ditemukan penelitian yang menggunakan pendekatan STEM melalui *engineering design process* yang mengukur pengetahuan interdisipliner dengan menggunakan *mind map*. Selain itu, penelitian yang menggunakan pendekatan STEM melalui *engineering design process* juga masih jarang mengukur keterampilan berkomunikasi calon guru IPA.

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan IPA terpadu kebanyakan juga menggunakan pendekatan *integrated curriculum* dalam pembelajarannya. Elvionita & Fauzi (2019) menyatakan bahwa buku ajar dengan menggunakan *integrated curriculum (webbed model)* dapat meningkatkan kesiapan siswa. Selain itu, Gusnedi, Ratnawulan dan Devialita (2019) juga menyatakan bahwa kelas eksperimen yang menggunakan buku ajar dengan menggunakan *sequenced model* lebih baik meningkatkan hasil belajar siswa. Jadi, *integrated curriculum* dapat digunakan sebagai dasar dalam mengintegrasikan IPA terpadu. Sedangkan, pendekatan STEM juga bermanfaat untuk siswa. Pernyataan tersebut didukung beberapa penelitian yang menjelaskan bahwa pembelajaran dengan menggunakan kegiatan STEM-lab efektif meningkatkan pemahaman konsep (Huri & Karpudewan, 2019). Bolye (2019) dalam penelitiannya juga menjelaskan bahwa ada peningkatan sikap dan prestasi belajar setelah pembelajaran dengan menggunakan STEM. Berdasarkan penjelasan tersebut, baik *integrated curriculum* dan pendekatan STEM berdampak positif untuk siswa. Namun, implementasi IPA terpadu akan kesulitan jika diintegrasikan ke dalam STEM, karena tidak ada dasar bagaimana mengintegrasikan antara bidang ilmunya. Dengan

Nanang Winarno, 2021

PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN IPA TERPADU DENGAN PENDEKATAN INTEGRATED CURRICULUM - SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (IC-STEM) MELALUI ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR LEARNING (EDPL) UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN INTERDISIPLINER DAN KETERAMPILAN BERKOMUNIKASI

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

mengintegrasikan *integrated curriculum* dan pendekatan STEM dapat menjadi salah satu solusi supaya IPA terpadu tidak hanya mengintegrasikan bidang IPA (Fisika, Kimia, dan Biologi) saja, tetapi juga dapat mengintegrasikan IPA terpadu dengan bidang lainnya seperti teknologi, *engineering*, dan matematika. Sebuah pendekatan yang mengintegrasikan *integrated curriculum* dan pendekatan STEM dalam matakuliah IPA terpadu belum diteliti oleh peneliti sebelumnya. Jadi, integrasi antara *integrated curriculum* dan pendekatan STEM melalui *engineering design process* dapat dijadikan sebuah pendekatan dalam pembelajaran IPA terpadu khususnya dalam pengembangan buku ajar IPA terpadu.

Ada beberapa kelemahan ketika mengimplementasikan STEM melalui *engineering design process* dalam pembelajaran IPA. Penulis berpendapat bahwa implementasi STEM melalui *engineering design process* membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dibandingkan dengan menggunakan pendekatan pembelajaran yang lain. Hal tersebut dikarenakan siswa tidak hanya mengembangkan sebuah proyek saja tetapi juga siswa mengevaluasi dan mendesain ulang proyek tersebut. Selain itu, pendidik masih kesulitan dalam merancang pembelajaran IPA dengan menggunakan *engineering design process*. Kebanyakan pendidik kesulitan dalam menentukan project yang cocok untuk topik yang akan diajarkan. Selain itu, mereka juga menentukan tahapan-tahapan untuk mengimplementasikan *engineering design process*. Siswa juga masih kesulitan memahami keterhubungan antara proyek yang mereka kembangkan dengan topik yang dipelajari. Kebanyakan penelitian yang berkaitan dengan *engineering design process* lebih didominasi untuk meningkatkan *attitude* dan *skills* siswa jika dibandingkan dengan kognitif siswa. Tahapan pembelajaran *engineering design process* seperti *defining the problem, gathering information, planning, building, testing, evaluating, redesigning* tersebut sangat cocok untuk melatih *attitude* atau *skills* siswa. Hal ini dikarenakan tahapan pembelajaran *engineering design process* yang diimplementasikan kepada siswa lebih cenderung fokus pada kegiatan mengembangkan proyeknya. Untuk matakuliah yang tujuan pembelajarannya adalah penguasaan konsep (konten), penulis berpendapat sebaiknya ada variasi tahapan

Nanang Winarno, 2021

PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN IPA TERPADU DENGAN PENDEKATAN INTEGRATED CURRICULUM - SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (IC-STEM) MELALUI ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR LEARNING (EDPL) UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN INTERDISIPLINER DAN KETERAMPILAN BERKOMUNIKASI

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

pembelajaran yang lain sehingga ada keseimbangan antara pemahaman konsep dan *attitudes/skills* yang akan dilatihkan kepada siswa (Winarno dkk., 2020)

Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti memvariasi tahapan pembelajaran untuk digunakan dalam penelitian. Bamberger dan Cahill (2013) mengungkapkan bahwa tahapan pembelajaran yang digunakan dalam penelitiannya adalah *defining the problem, gathering information, planning, building, testing, evaluating, redesigning, communicating*. Sedangkan Valtorta (2015) tahapan pembelajarannya adalah *describe the need, characterize the need, generate concepts, select a concept, embody the concept, test and evaluate, finalize and share the design, reflect on the design process*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Bamberger dan Cahill (2013) di tahapan pembelajaran ke-1 tidak ada tahapan pembelajaran “*understanding the concept*”, sedangkan Valtorta (2015) dalam tahapan awal pembelajaran fokus pada konsep yang diajarkan, sedangkan tahapan pembelajaran yang ke 9 tidak ada “*communicating*”. Pada penelitian ini peneliti memvariasi tahapan pembelajaran dengan menambahkan “*Understanding the concept*” pada tahapan pembelajaran ke-1, dan “*Communicating*” pada tahap ke-9. Jadi tahapan pembelajaran pada penelitian ini ada 9 yaitu *Understanding the concept, defining the problem, gathering information, designing, building, testing, evaluating, redesigning, communicating*. Tahapan pembelajaran tersebut juga salah satu kebaruan dalam penelitian ini. Peneliti memberikan nama tahapan pembelajaran tersebut adalah *Engineering Design Process for Learning* (EDPL).

Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya tersebut. Beberapa perbedaan tersebut diantaranya adalah (1) Belum ditemukan penelitian sebelumnya yang menginvestigasi pengaruh STEM melalui *engineering design process* pada pengetahuan interdisipliner pada calon guru IPA dengan menggunakan *mind map*; (2) Belum ditemukan penelitian yang mengembangkan model perkuliahan dengan mengintegrasikan *Integrated Curriculum* dan pendekatan STEM; (3) Belum ditemukan tahapan pembelajaran dari STEM melalui *engineering design process* yang

Nanang Winarno, 2021

PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN IPA TERPADU DENGAN PENDEKATAN INTEGRATED CURRICULUM - SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (IC-STEM) MELALUI ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR LEARNING (EDPL) UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN INTERDISIPLINER DAN KETERAMPILAN BERKOMUNIKASI

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

menggunakan 9 tahapan yaitu *understanding the concept, defining the problem, gathering information, designing, building, testing, evaluating, redesigning, dan communicating*; dan (4) masih jarang nya penelitian dibidang IPA terpadu yang menggunakan pendekatan STEM pada tingkat Universitas. Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti melakukan sebuah penelitian yang berjudul “Pengembangan Model Perkuliahan IPA Terpadu dengan pendekatan *Integrated Curriculum, Science, Technology, Engineering and Mathematics (IC-STEM)* melalui *Engineering Design Process for Learning (EDPL)* untuk Meningkatkan Pengetahuan Interdisipliner dan Keterampilan Berkomunikasi”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana pengembangan model perkuliahan IPA terpadu dengan pendekatan IC-STEM melalui EDPL untuk meningkatkan pengetahuan interdisipliner dan keterampilan berkomunikasi?”. Berdasarkan rumusan masalah tersebut dikembangkan menjadi beberapa pertanyaan penelitian

- a. Bagaimana karakteristik model perkuliahan IPA terpadu dengan pendekatan IC-STEM melalui EDPL?
- b. Bagaimana peningkatan pengetahuan interdisipliner calon guru IPA setelah implementasi model perkuliahan IPA terpadu dengan pendekatan IC-STEM melalui EDPL?
- c. Bagaimana peningkatan keterampilan berkomunikasi calon guru IPA setelah implementasi model perkuliahan IPA terpadu dengan pendekatan IC-STEM melalui EDPL?
- d. Bagaimana profil produk kreatif calon guru IPA setelah implementasi model perkuliahan IPA terpadu dengan pendekatan IC-STEM melalui EDPL?
- e. Bagaimana kekuatan dan kelemahan implementasi model perkuliahan IPA terpadu dengan pendekatan IC-STEM melalui EDPL?

Nanang Winarno, 2021

PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN IPA TERPADU DENGAN PENDEKATAN INTEGRATED CURRICULUM - SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (IC-STEM) MELALUI ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR LEARNING (EDPL) UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN INTERDISIPLINER DAN KETERAMPILAN BERKOMUNIKASI

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

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model perkuliahan IPA terpadu dengan pendekatan IC-STEM melalui EDPL. Tujuan tersebut dapat diuraikan menjadi beberapa tujuan yang lebih rinci yaitu menguji peningkatan pengetahuan interdisipliner dan keterampilan berkomunikasi setelah implementasi model perkuliahan IPA terpadu dengan pendekatan IC-STEM melalui EDPL. Selain itu, tujuan dari penelitian ini adalah menginvestigasi profil produk kreatif calon guru IPA setelah implementasi model perkuliahan IPA terpadu dengan pendekatan IC-STEM melalui EDPL. Pada penelitian ini juga menginvestigasi kekuatan dan kelemahan dalam implementasinya.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk calon guru IPA, guru IPA, dosen, peneliti, dan *stakeholders* dibidang pendidikan IPA. Manfaat penelitian ini dapat dibagi menjadi manfaat teoritis dan manfaat praktis.

a. Manfaat Teoritis

Model perkuliahan IPA terpadu dengan pendekatan IC-STEM melalui EDPL dapat menjadi salah satu alternatif model perkuliahan yang digunakan pada mata kuliah IPA terpadu. Selain itu, buku ajar model perkuliahan ini dapat digunakan dalam perkuliahan IPA terpadu. Sedangkan, tahapan pembelajarannya dapat diadaptasi untuk diimplementasikan pada topik yang lainnya.

b. Manfaat Praktis

Model perkuliahan IPA terpadu dengan pendekatan IC-STEM melalui EDPL diharapkan dapat diimplementasikan secara langsung di program studi pendidikan IPA.

1.5 Definisi Operasional

- a. Model perkuliahan IPA terpadu dengan pendekatan IC-STEM melalui EDPL adalah sebuah model perkuliahan yang menggunakan pendekatan *Integrated Curriculum, Science, Technology, Engineering dan Mathematics* (IC-STEM) melalui

Nanang Winarno, 2021

PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN IPA TERPADU DENGAN PENDEKATAN INTEGRATED CURRICULUM - SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (IC-STEM) MELALUI ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR LEARNING (EDPL) UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN INTERDISIPLINER DAN KETERAMPILAN BERKOMUNIKASI

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

Engineering Design Process for Learning (EDPL). Tahapan perkuliahan yang digunakan terdiri dari 9 tahapan yaitu *understanding the concept, defining the problem, gathering information, designing, building, testing, evaluating, redesigning*, dan *communicating*. Tahapan pembelajaran di adaptasi dari penelitian (Bamberger dan Cahill, 2013; Valtorta, 2015). Buku ajar yang dikembangkan juga menggunakan pendekatan IC-STEM melalui EDPL. Buku ajar diadaptasi dari desain (Bybee, 2013; Fogarty dan Pete, 2009). Buku ajar tersebut adalah *ebook* IPA terpadu pada tingkat universitas yang dikembangkan oleh peneliti terdiri dari 4 topik yaitu pemanasan global, pesawat sederhana, Hukum Newton, dan alat optik. Pada buku ajar tersebut dilengkapi dengan lembar kerja mahasiswa. Buku ajar pada penelitian ini menggunakan pendekatan IC-STEM melalui EDPL sehingga buku tersebut menjelaskan sebuah topik yang dihubungkan dengan IPA terpadu, teknologi, *engineering*, dan matematika. Untuk menilai kualitas buku ajar, sebelum implementasi buku ajar divalidasi oleh 5 ahli di bidang Pendidikan IPA, Fisika, Biologi, Kimia, dan Bahasa Inggris.

- b. Pengetahuan interdisipliner adalah pengetahuan seseorang dalam mengintegrasikan atau menghubungkan sebuah topik dengan bidang yang lain. Pengetahuan interdisipliner pada penelitian ini meliputi beberapa bidang seperti Fisika, Kimia, Biologi, Ilmu Bumi, Teknologi, *Engineering*, dan Matematika. Instrument pengetahuan interdisipliner dikembangkan dari konsep *interdisciplinarity* (Tress, 2004). Data berupa *mind map* dianalisis menggunakan sebuah rubrik yang diadaptasi dari penelitian D'Antoni, Zipp, & Olson (2009).
- c. Keterampilan berkomunikasi adalah kemampuan komunikasi calon guru IPA dalam mempresentasikan sebuah topik IPA terpadu. Keterampilan komunikasi tersebut menggunakan tujuh indikator yang diadaptasi dari penelitian sebelumnya (Dunbar, Brooks, & Miller, 2006; Schreiber, Paul, & Shibley, 2012). Indikator tersebut adalah *Chooses and narrows a topic* (pemilihan topik), *Communication thesis/specific purposes* (tujuan spesifik komunikasi), *Provides appropriate supporting material*

Nanang Winarno, 2021

PENGEMBANGAN MODEL PERKULIAHAN IPA TERPADU DENGAN PENDEKATAN INTEGRATED CURRICULUM - SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (IC-STEM) MELALUI ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR LEARNING (EDPL) UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN INTERDISIPLINER DAN KETERAMPILAN BERKOMUNIKASI

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

(menyediakan bahan pendukung yang sesuai), *Uses an appropriate organizational pattern* (memberikan pola pengaturan yang sesuai), *Uses appropriate language* (menggunakan bahasa yang sesuai), *Uses vocal variety in rate, pitch, and intensity* (menggunakan variasi vokal dalam hal kecepatan, nada dan intensitas), *Uses physical behaviors that support the verbal message* (melibatkan perilaku fisik yang mendukung pesan yang disampaikan). Hasil presentasi tersebut dianalisis menggunakan sebuah rubrik keterampilan berkomunikasi yang dikembangkan oleh Dunbar, Brooks, & Kubicka-Miller (2006).

- d. Produk kreatif adalah kemampuan mengembangkan sebuah proyek calon guru IPA. Produk kreatif tersebut menggunakan 3 dimensi yaitu *novelty, resolution elaboration and synthesis*. Proyek calon guru tersebut dianalisis menggunakan sebuah rubrik yang diadaptasi dari penelitian sebelumnya (Besemer & Treffinger, 1981). Rubrik yang digunakan menggunakan skala linkert 1 - 3. Proyek yang dikembangkan calon guru IPA dianalisis secara kualitatif.

1.6 Struktur Organisasi Penelitian

Struktur organisasi penelitian pada penelitian ini terdiri dari 5 bab. Pada Bab I terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, definisi operasional, dan struktur organisasi penelitian. Pada Bab II terdiri dari Pengetahuan interdisipliner, keterampilan berkomunikasi, produk kreatif, IPA terpadu, *integrated curriculum*, STEM, dan *Engineering design process*, STEM melalui EDPL. Pada Bab III terdiri dari desain penelitian, prosedur penelitian, instrumen, dan analisis data. Selanjutnya, Bab IV membahas tentang karakteristik model perkuliahan IPA terpadu dengan pendekatan IC-STEM melalui EDPL, peningkatan pengetahuan interdisipliner, peningkatan keterampilan berkomunikasi, profil produk kreatif, kekuatan dan kelemahan model perkuliahan dengan pendekatan IC-STEM melalui EDPL. Sedangkan, pada Bab V meliputi kesimpulan, saran, dan rekomendasi.