

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang semakin pesat, game digital telah banyak didesain untuk dapat digunakan dalam memfasilitasi pembelajaran fisika mulai dari jenjang pendidikan anak usia dini sampai pada jenjang perguruan tinggi (Saprudin, *et al.*, 2017). Penelitian-penelitian menunjukkan bahwa tanpa pengintegrasian teori kependidikan dalam desain game digital, dampak yang dihasilkan tidak akan optimal.

Para peneliti telah menunjukkan bahwa integrasi teori pendidikan atau penerapan strategi, model atau metode pembelajaran telah dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan game digital dalam membelajarkan konsep fisika seperti strategi kooperatif (Echeverría, *et al.*, 2012; Tsai, *et al.*, 2015; Chen, *et al.*, 2015; Eaton, *et al.*, 2015), siklus belajar 5E (Dorji, *et al.*, 2015), asesmen (Shute, *et al.*, 2013; Hwang, *et al.*, 2014; Kim, *et al.*, 2015; Tsai, *et al.*, 2015), penguatan refleksi/ meta-kognisi (Verpoorten, *et al.*, 2014), *cognitive-affective interaction model* (Hsiao, *et al.*, 2014), fisika konseptual (Sengupta, *et al.*, 2015), *explanation-based approaches* (Adams, *et al.*, 2014; Killingsworth, *et al.*, 2015) dan *locus of control* (Yang, *et al.*, 2016).

Game dapat dimaknai suatu aktivitas yang bersifat *immersive*, sukarela serta menyenangkan, dalam mencapai tujuan yang menantang berdasarkan pada peraturan-peraturan yang telah disepakati (Kinzie & Joseph, 2008). Dalam konteks *e-learning*, *game* dapat diartikan suatu lingkungan online yang dapat melibatkan seseorang (pemain) ke dalam aktivitas-aktivitas kompetitif dengan tantangan untuk mencapai tujuan, seperangkat aturan-aturan serta batasan, dan juga dalam konteks tertentu (Clark & Mayer, 2011).

Keberhasilan penggunaan game digital dalam membelajarkan konsep fisika telah ditunjukkan dengan adanya peningkatan keterlibatan siswa (Shute, *et al.*, 2013; Hamari, *et al.*, 2016), menimbulkan kesenangan (Kim, *et al.*, 2015), meningkatkan motivasi (Hwang, *et al.*, 2014; Chen, *et al.*, 2015; Killingsworth, *et*

al., 2015), meningkatkan persepsi siswa (Chen, *et al.*, 2015; Hwang, *et al.*, 2014; Tsai, *et al.*, 2015; Hamari, *et al.*, 2016), meningkatkan *efficacy* (Sun, *et al.*, 2015), menunjukkan adanya perubahan konsep (Sengupta, *et al.*, 2015), elaborasi konsep (Sun, *et al.*, 2015), berpikir divergen (Hsiao, *et al.*, 2014), *problem solving* (Hwang, *et al.*, 2014; Chen, *et al.*, 2016), yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan hasil belajar (Echeverría, *et al.*, 2012; Anderson & Barnett, 2013; Shute, *et al.*, 2013; Verpoorten, *et al.*, 2014; Hwang, *et al.*, 2014; Adams & Clark, 2014; Dorji, *et al.*, 2015; Tsai, *et al.*, 2015; Chen, *et al.*, 2015; Killingsworth, *et al.*, 2015; Yang, *et al.*, 2016; Tsai, *et al.*, 2016), serta menumbuhkan kepedulian/*awareness* siswa (Dorji, *et al.*, 2015).

Berdasarkan hasil kajian penelitian sebelumnya, secara umum penggunaan game digital dalam membelajarkan konsep fisika lebih banyak digunakan pada jejang pendidikan di sekolah dasar dan sekolah menengah (Saprudin, *et al.*, 2017). Meskipun game digital memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan dalam konteks perkuliahan, karakteristik konsep-konsep fisika seperti konsep-konsep yang abstrak dan konsep yang menunjukkan proses serta tuntutan capaian pembelajaran pada jenjang perguruan tinggi, menjadikan konsep-konsep tersebut sulit untuk dikonstruksi melalui sajian dalam bentuk game digital. Meskipun demikian, penggunaan elemen-elemen desain game pada konteks pembelajaran di perguruan tinggi atau perkuliahan telah banyak dilakukan dalam menunjang efektivitas dan efisiensi perkuliahan.

Penggunaan elemen-elemen desain *game* pada konteks non-*game* disebut dengan gamifikasi (Deterding, *et al.*, 2011; Deterding, 2012; Mulyana, *et al.*, 2015). Melalui gamifikasi, perkuliahan dapat dirancang layaknya bermain game yang dapat dikerjakan secara individual maupun secara kolaboratif untuk mencapai tujuan perkuliahan. Secara umum penelitian terkait penerapan gamifikasi dalam pembelajaran lebih banyak difokuskan pada kajian terkait bagaimana dampak penerapan gamifikasi dalam mengubah perilaku siswa agar termotivasi untuk belajar (Abramovich, *et al.*, 2013; Pirker, *et al.*, 2014; Mekler, *et al.*, 2017; Khalil, *et al.*, 2017; Kyewski & Krämer, 2018) serta lebih terlibat dalam aktivitas pembelajaran (Burkey, *et al.*, 2013; O'Donovan, *et al.*, 2013;

Barata, *et al.*, 2013; Gordon, *et al.*, 2013; Bartel & Hagel, 2014; Rose, *et al.*, 2016; Poondej & Lerdpornkulrat, 2016; Flores, *et al.*, 2016; Hew, *et al.*, 2016; Khalil, *et al.*, 2017; Kyewski & Krämer, 2018). Adanya peningkatan motivasi dan keterlibatan siswa telah terbukti secara empiris dapat memberikan dampak positif terhadap hasil belajar siswa.

Kajian terkait dampak variasi akses mahasiswa dalam mempelajari topik-topik materi perkuliahan yang disajikan dalam suatu aplikasi gamifikasi terhadap peningkatan penguasaan konsep (PK), keterampilan berpikir kritis (KBK) dan keterampilan berpikir kreatif (KBKr) mahasiswa masih jarang ditemukan dalam penelitian-penelitian sebelumnya. Padahal, melalui pengaturan akses mahasiswa terhadap topik-topik materi perkuliahan yang disajikan dalam suatu aplikasi gamifikasi diduga kuat akan mempengaruhi bagaimana cara belajar mahasiswa yang diprediksi berkaitan dengan peningkatan keterampilan berpikir kritis (KBK) dan keterampilan berpikir kreatif (KBKr) mahasiswa. Mahasiswa memiliki kesempatan untuk mempelajari topik-topik secara berurutan atau secara acak sesuai dengan keinginannya. Hal ini menjadi sebuah pertanyaan besar terkait ada atau tidaknya dampak fenomena tersebut terhadap peningkatan penguasaan konsep (PK), keterampilan berpikir kritis (KBK) dan keterampilan berpikir kreatif (KBKr) mahasiswa yang belajar melalui aplikasi gamifikasi tersebut.

Suatu konsep dapat dimaknai sebagai suatu abstraksi mental yang dapat mewakili satu kelas stimulus (Dahar, 2011). Konsep dapat juga dimaknai sebagai pelabelan terhadap sekumpulan kejadian, simbol atau objek yang mempunyai kesamaan dalam karakteristik atau kesamaan dalam atribut-atribut penting (Schunk, 2012). Konsep diperoleh melalui dua cara yakni: a) pembentukan konsep; konsep-konsep yang diperoleh sebelum anak-anak masuk sekolah dan b) asimilasi konsep; konsep-konsep yang diperoleh selama dan sesudah sekolah (Ausubel, 1968). Teori belajar bermakna yang digagas oleh Ausubel, menyatakan bahwa belajar bermakna dapat terjadi jika terdapat keterkaitan antara informasi-informasi baru dengan konsep-konsep yang relevan, yang telah terdapat dalam struktur kognitif seseorang (Ausubel, 1968). Pengembangan konsep dapat berlangsung dengan paling baik, jika diperkenalkan terlebih dahulu unsur-unsur

yang paling umum atau paling inklusif, kemudian setelah itu baru diberikan unsur-unsur yang lebih detail serta lebih khusus dari konsep-konsep tersebut (Ausubel, 1968; Dahar, 2011). Oleh karena itu, untuk menyusun kurikulum yang baik, mula-mula diperlukan analisis konsep, kemudian diperhatikan hubungan-hubungan tertentu antar konsep sehingga dapat ditemukan konsep-konsep mana yang paling umum, serta konsep-konsep mana yang lebih khusus (Novak, 1977; Dahar, 2011).

Dalam konteks pembelajaran pada jenjang perguruan tinggi, secara umum mahasiswa pada populasi penelitian memiliki usia di atas 18 tahun sehingga dapat dikategorikan bahwa mereka sudah memasuki usia dewasa (Arif, 2012; Dharma, 2015; Tarno, 2017). Beberapa asumsi yang digunakan dalam pendidikan orang dewasa atau dikenal dengan istilah andragogi diantaranya adalah: 1) konsep diri; terjadi pergeseran dari pribadi yang bergantung terhadap orang lain menjadi pribadi mandiri, 2) pengalaman; pengalaman-pengalaman yang diperoleh oleh seseorang dapat dijadikan sumber belajar yang selalu berkembang, 3) kesiapan untuk belajar; secara progresif diorientasikan terhadap tugas perkembangan serta peranan sosial, dan 4) orientasi terhadap belajar; terjadi pergeseran persepektif waktu penerapan dari suatu pengetahuan ke arah pengetahuan bersifat segera penerapannya serta terjadi pergeseran orientasi belajar ke arah pembelajaran yang terpusat pada masalah (Arif, 2012).

Dalam menghadapi era revolusi industri 4.0, terdapat sepuluh keterampilan utama yang perlu diprioritaskan bagi tenaga kerja tahun 2020 yang meliputi pemecahan masalah kompleks, berpikir kritis, kreativitas, manajemen manusia, koordinasi dengan orang lain, *emotional intelligence (EI)*, penimbangan dan pengambilan keputusan, orientasi layanan, negosiasi serta fleksibilitas kognitif (Gleason, 2018). Hal ini mengisyaratkan perlunya peningkatan berpikir kompleks, yaitu berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*) atau populer dengan singkatan HOTS (Ennis, 1991). Melalui pembelajaran fisika, HOTS yang dapat ditingkatkan diantaranya adalah keterampilan berpikir kritis (KBK) dan keterampilan berpikir kreatif (KBK_r).

Hasil studi pendahuluan terkait keterampilan berpikir kritis (KBK) dan keterampilan berpikir kreatif (KBKr) yang dilakukan pada mahasiswa calon guru fisika yang mengikuti perkuliahan gelombang dan optik khususnya topik interferensi dan difraksi pada salah satu universitas di kota Ternate, menunjukkan bahwa kedua keterampilan berpikir mahasiswa calon guru fisika pada lokasi penelitian masih perlu untuk ditingkatkan (Saprudin, *et al.*, 2019; Saprudin, *et al.*, 2019). Adapun profil keterampilan berpikir kritis (KBK) dan keterampilan berpikir kreatif (KBKr) mahasiswa calon guru fisika dapat ditunjukkan pada Tabel 1.1 dan 1.2.

Tabel 1.1. Profil Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Calon Guru Fisika

Aspek KBK	Indikator KBK	Persentase (%)
Memberikan penjelasan sederhana	A. Menganalisis argumen	39,50
Membangun keterampilan dasar	B. Mempertimbangkan kredibilitas suatu sumber	57,75
	C. Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi	26,25
Menyimpulkan	D. Membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi	36,00
	E. Membuat dan mempertimbangkan nilai keputusan	50,00
Membuat penjelasan lebih lanjut	F. Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi	46,50
Strategi dan taktik	G. Memutuskan suatu tindakan	13,25
	H. Berinteraksi dengan orang lain	14,00

Tabel 1.2. Profil Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa Calon Guru Fisika

Indikator KBKr	Persentase (%)
<i>Fluency</i>	40,50
<i>Flexibility</i>	33,25
<i>Elaboration</i>	67,75
<i>Originality</i>	30,25

Upaya untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis (KBK) dan keterampilan berpikir kreatif (KBKr) telah banyak dilakukan melalui pembelajaran berbasis *information and communication technology* (ICT) seperti

peningkatan berpikir kreatif melalui *game* digital (Hsiao, *et al.*, 2014; Sun, *et al.*, 2015). Sebaliknya untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis telah dilakukan melalui penggunaan *virtual laboratory* (Permana, *et al.*, 2016), multimedia (Putri, *et al.*, 2015) serta multimedia interaktif (Gunawan & Sutrio, 2013). Peningkatan keterampilan berpikir melalui pembelajaran berbasis ICT masih bersifat parsial, yaitu fokus peningkatannya masih ditujukan untuk meningkatkan salah satu jenis keterampilan berpikir saja; misalnya berfokus pada keterampilan berpikir kritis (KBK) atau pada keterampilan berpikir kreatif (KBKr). Padahal kedua keterampilan ini merupakan dua hal yang sangat penting untuk dimiliki oleh mahasiswa calon guru fisika.

Kurang optimalnya perkuliahan dalam melatih keterampilan berpikir berdampak pada rendahnya penguasaan konsep mahasiswa pada lokasi penelitian. Hasil studi pendahuluan, menunjukkan masih rendahnya capaian kompetensi mahasiswa calon guru fisika seperti ditunjukkan pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3. Profil Penguasaan Konsep Mahasiswa Calon Guru Fisika

Topik	Penguasaan Konsep (%)
Pengukuran	32
Gerak dalam satu dimensi	27
Gerak dalam dua dimensi	47
Hukum-hukum Newton tentang gerak	40
Keseimbangan statik benda tegar dan elastisitas	25
Gravitasi umum	12
Mekanika fluida	34
Gelombang bunyi	28
Superposisi dan gelombang berdiri	33
Gelombang elektromagnetik	32
Medan listrik	18
Kuat arus dan hambatan listrik	13
Rangkaian listrik arus searah	25
Medan magnet	22
Rangkaian arus bolak-balik	17
Pembentukan bayangan	27
Interferensi gelombang cahaya	8
Pola difraksi dan polarisasi	10
Suhu, kalor dan hukum pertama termodinamika	24
Mesin kalor, entropi, hukum kedua termodinamika	33
Fisika modern	26

Topik materi pembentukan bayangan, interferensi gelombang cahaya, pola difraksi dan polarisasi menunjukkan indikator masih rendahnya capaian kompetensi mahasiswa pada materi optik. Pada kurikulum program studi pendidikan fisika, konten materi optik merupakan salah satu materi yang wajib dipelajari oleh mahasiswa calon guru fisika. Hasil analisis pada 22 kurikulum program studi pendidikan fisika menunjukkan bahwa materi optik ditemukan dalam satu mata kuliah tersendiri, tetapi juga ditemukan yang penyajiannya terintegrasi dalam mata kuliah gelombang dan optik. Selain itu, penyajian yang berbeda ditemukan dalam bobot satuan kredit semester (SKS) dan juga penempatan mata kuliah tersebut. Prasyarat yang sama ditemukan bahwa untuk mengontrak mata kuliah ini yakni mahasiswa diwajibkan sudah lulus mata kuliah fisika dasar dan matematika fisika. Hasil analisis rencana pembelajaran semester (RPS) menunjukkan bahwa penguatan konten materi optik dilakukan juga pada mata kuliah lainnya seperti ditunjukkan pada Tabel 1.4.

Table 1.4. Hasil Analisis Penguatan Konten Materi Optik

Sampel Program Studi Pendidikan Fisika	Penguatan Konten Materi Optik
PSPF-01	Fisika Umum, Fisika Dasar 1, Fisika Sekolah, Gelombang Optik, Laboratorium Fisika Sekolah II, Sejarah Fisika, Biofisika
PSPF-02	Fisika Dasar II, Gelombang Optik, Sejarah Fisika
PSPF-18	Fisika Dasar II, Praktikum Fisika Dasar II, Biofisika, Gelombang dan Optik, Laboratorium Fisika, Pengelolaan Laboratorium Fisika Sekolah, Fisika Teori
PSPF-04	Metode dan Pengenalan Alat Ukur, Fisika Dasar II, Praktikum Fisika Dasar II, Fisika dalam islam, Optik
PSPF-14	Fisika Dasar II, Gelombang, Fisika Sekolah, Fisika Sekolah, Optik, Laboratorium Fisika
PSPF-11	Fisika Dasar, Praktikum Fisika Dasar, Optik, Optoelektronika

Penelusuran lebih lanjut dilakukan dengan menganalisis RPS untuk mata kuliah optik dan mata kuliah gelombang dan optik. Kajian optik pada mata kuliah optik yang disajikan secara mandiri ditemukan bahwa kajian optik berfokus pada optika geometri dan fisis. Tetapi pada mata kuliah gelombang dan optik, kajian

optik difokuskan hanya pada optik fisis. Topik interferensi dan difraksi merupakan irisan topik yang terdapat pada kedua penyajian mata kuliah tersebut (Saprudin, *et al.*, 2019).

OpticalGamification (OG) merupakan suatu aplikasi berbasis ICT dengan menerapkan elemen-elemen desain game dalam konteks optik yang serius. Aplikasi ini dikembangkan untuk perkuliahan optik bagi mahasiswa calon guru fisika khususnya pada topik interferensi dan difraksi. Topik ini dipilih karena topik ini merupakan salah satu topik yang masih rendah capaian kompetensinya (Saprudin, *et al.*, 2017). Adanya pengaturan variasi akses mahasiswa terhadap sub topik-sub topik dari materi interferensi dan difraksi dimaksudkan untuk memfasilitasi beragamnya perilaku belajar mahasiswa. Sebagai contoh mahasiswa memungkinkan untuk belajar secara berurutan atau secara acak. Variasi akses mahasiswa terhadap beberapa atau keseluruhan sub topik yang disajikan dalam OpticalGamification (OG) berkaitan erat dengan perilaku belajar mahasiswa yang berkaitan dengan potensi dalam peningkatan keterampilan berpikir kritis (KBK) dan keterampilan berpikir kreatif (KBK_r) mahasiswa calon guru fisika. Kedua jenis keterampilan berpikir ini sangat penting dimiliki oleh mahasiswa calon guru fisika (Saprudin, *et al.*, 2019; Saprudin, *et al.*, 2019).

OpticalGamification (OG) terdiri dari 9 sub topik dan 3 evaluasi yang masing-masing sub topik dirancang menjadi level-level yang harus dilewati oleh mahasiswa. Setiap level dan evaluasi memiliki batas skor minimum untuk mendapatkan *reward* dalam bentuk bintang. OpticalGamification (OG) disajikan dalam 3 sesi yang masing-masing sesi terdiri dari 3 level dan 1 evaluasi. OpticalGamification (OG) disajikan dalam dua model yakni model serial dan random. Pada OG model serial, mahasiswa dapat mempelajari lebih dari satu sub topik dengan urutan pengerjaan yang selalu sama atau berurutan dalam setiap sesinya. Sedangkan pada OG model random, mahasiswa dapat mempelajari beberapa sub topik dengan urutan yang acak pada setiap sesinya, bahkan mereka dapat mempelajari beberapa sub topik lintas sesi secara acak. Adanya variasi pengaturan akses mahasiswa diprediksi akan memberikan variasi perilaku belajar yang berbeda pada setiap mahasiswa khususnya pada OG model random. Oleh

karena itu, perlu penelusuran terkait dampak penggunaan OpticalGamification (OG) model serial dan random terhadap penguasaan konsep (PK), keterampilan berpikir kritis (KBK) dan keterampilan berpikir kreatif (KBKr) mahasiswa calon guru fisika.

Gamifikasi memiliki potensi dalam peningkatan keterampilan berpikir kritis (KBK) dan keterampilan berpikir kreatif (KBKr) mahasiswa calon guru fisika (Saprudin, *et al.*, 2019). Walaupun masih jarang ditemukan bukti empiris yang menunjukkan adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif secara beriringan melalui aplikasi gamifikasi berbasis ICT, namun tampaknya terdapat hubungan erat antara penggunaan elemen-elemen desain game dengan peningkatan kedua keterampilan berpikir tersebut. Adanya elemen tantangan (*challenge*), pemain dihadapkan pada situasi permasalahan yang harus diselesaikan berdasarkan aturan (*rules*) tertentu. Prensky (2001) menyatakan bahwa kreativitas dapat dipicu ketika seseorang terlibat dalam proses pemecahan masalah. Adanya elemen *point* berpotensi dapat meningkatkan motivasi mahasiswa untuk menemukan berbagai alternatif penyelesaian. Melalui berbagai alternatif penyelesaian yang ditemukan, dapat berpotensi untuk memberikan kesempatan pada mahasiswa untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis serta berpikir kreatif dalam menentukan alternatif penyelesaian mana yang paling baik.

Adanya penelitian ini diharapkan menghasilkan model gamifikasi berbasis ICT yang sesuai dengan karakteristik konsep-konsep optik yang diajarkan, serta dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif mahasiswa secara beriringan. Model aplikasi gamifikasi berbasis ICT sangat penting untuk dikembangkan dan belum ditemukan dalam penelitian-penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, hal tersebut merupakan suatu kebaruan dalam penelitian ini. Bukti-bukti empiris dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan rujukan dalam merancang aplikasi gamifikasi berbasis ICT di masa mendatang.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “*Bagaimana dampak penggunaan OpticalGamification (OG) dalam perkuliahan optik terhadap peningkatan penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif mahasiswa calon guru fisika?*”.

Rumusan masalah tersebut dapat dirinci secara lebih operasional menjadi pertanyaan-pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik OpticalGamification (OG) yang dikembangkan dalam penelitian ini?
2. Bagaimana dampak penggunaan OpticalGamification (OG) dalam perkuliahan optik terhadap peningkatan penguasaan konsep mahasiswa calon guru fisika?
3. Bagaimana dampak penggunaan OpticalGamification (OG) dalam perkuliahan optik terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa calon guru fisika?
4. Bagaimana dampak penggunaan OpticalGamification (OG) dalam perkuliahan optik terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa calon guru fisika?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini ditujukan untuk merancang serta mengimplementasikan OpticalGamification (OG) pada perkuliahan optik khususnya topik interferensi dan difraksi serta menelusuri bukti-bukti empiris terkait dampak penggunaan OpticalGamification (OG) terhadap peningkatan penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa calon guru fisika.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Secara teoritik model OpticalGamification (OG) yang dihasilkan melalui penelitian ini dapat memperkaya khasanah ilmu pengetahuan terkait

rancangan model inovatif dari suatu aplikasi gamifikasi berbasis ICT yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis serta berpikir kreatif secara beriringan bagi mahasiswa calon guru fisika. Model gamifikasi yang dihasilkan diharapkan dapat digunakan sebagai acuan ditemukaannya model-model gamifikasi lainnya selain kedua model yang ditemukan dalam penelitian ini.

2. Secara praktis, manfaat dari penelitian ini diantaranya:
 - a. Model OpticalGamification (OG) yang dihasilkan melalui penelitian ini dapat digunakan untuk perkuliahan optik atau mata kuliah lainnya yang mempunyai karakteristik-karakteristik konsep yang relevan.
 - b. OpticalGamification (OG) yang dihasilkan dapat menyajikan perkuliahan yang tidak terbatas oleh ruang dan waktu, otomatisasi penilaian dan *feedback*, pengulangan evaluasi dalam jumlah yang tak terbatas, merekam riwayat belajar mahasiswa sehingga mahasiswa dapat terikat untuk berinteraksi dengan sistem secara berkelanjutan.
 - c. Pengembangan dan implementasi OpticalGamification (OG) dapat membuka peluang kerja sama antar perguruan tinggi sampai pada level aktivitas perkuliahan. Terobosan ini dapat membuka kesempatan bagi mahasiswa-mahasiswa yang kurang berkesempatan untuk bisa mengikuti perkuliahan pada universitas-universitas yang dipandang telah maju.
 - d. OpticalGamification (OG) yang dihasilkan dapat mengakomodasi peserta perkuliahan pada kelas besar, sehingga diharapkan dapat mengurangi beban dosen akibat rasio antara jumlah dosen dan mahasiswa terutama pada unsur pendidikan dan pengajaran.

E. Kontribusi Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi sebagai berikut:

1. Melalui pengaturan kebebasan akses untuk setiap level (sub topik) dan evaluasi telah menghasilkan dua model aplikasi OpticalGamification (OG) yakni model serial dan random. OpticalGamification (OG) model serial dirancang untuk memfasilitasi mahasiswa yang mempelajari topik-topik

materi pembelajaran dalam sesi-sesi yang dikerjakan secara berurutan. Dihak lain, OpticalGamification (OG) model random dapat memfasilitasi kebebasan akses mahasiswa pada setiap topik-topik dan evaluasi, sehingga mahasiswa dapat belajar topik-topik tersebut secara acak sesuai dengan keinginannya.

2. Menyajikan bukti empiris terkait dampak penggunaan kedua model OpticalGamification (OG) yang dihasilkan terhadap peningkatan penguasaan konsep, peningkatan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa secara beriringan selama pembelajaran.

F. Definisi Operasional

1. Gamifikasi

Gamifikasi merupakan penggunaan elemen-elemen desain game pada konteks non-game. OpticalGamification (OG) merupakan suatu aplikasi berbasis ICT dengan menerapkan elemen-elemen desain game dalam konteks optik yang serius. Aplikasi ini ditujukan untuk perkuliahan optik bagi mahasiswa calon guru fisika khususnya pada topik interferensi dan difraksi. Pada penelitian ini, OG disajikan dalam dua model yakni model serial dan random. Pada OG model serial, mahasiswa dapat mempelajari lebih dari satu sub topik dengan urutan pengaturan pengerjaan yang selalu sama atau berurutan dalam setiap sesinya. Sedangkan pada OG model random, mahasiswa dapat mempelajari beberapa sub topik dengan urutan yang acak pada setiap sesinya, bahkan mereka bisa mempelajari beberapa sub topik dengan lintas sesi secara acak sesuai keinginannya.

2. Penguasaan Konsep

Penguasaan konsep didasarkan pada kemampuan mahasiswa terkait pemahamannya terhadap konsep-konsep pada topik interferensi dan difraksi. Pada penelitian ini, penguasaan konsep dideskripsikan berdasarkan sub-sub topik interferensi dan difraksi yang terdiri dari delapan sub topik yakni sub topik karakteristik gelombang cahaya, prinsip superposisi gelombang,

interferensi celah ganda, interferensi banyak celah, difraksi celah tunggal, difraksi celah berbentuk lingkaran, kisi difraksi dan *resolving power*.

3. Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis merupakan pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang berfokus untuk memutuskan apa yang mesti dipercaya atau dilakukan (Ennis, 1985). Keterampilan berpikir kritis yang dimaksud dalam penelitian ini adalah keterampilan mahasiswa dalam: a) menganalisis argumen, b) mempertimbangkan kredibilitas suatu sumber, c) mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi, d) membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi, e) membuat dan mempertimbangkan nilai keputusan, f) mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi, g) memutuskan suatu tindakan, dan h) berinteraksi dengan orang lain. Keterampilan berpikir kritis diukur dengan menggunakan soal-soal tes berbentuk pilihan ganda dan pilihan ganda beralasan yang dilakukan sebelum dan sesudah mahasiswa mengikuti perkuliahan optik dengan menggunakan OpticalGamification (OG).

4. Keterampilan Berpikir Kreatif

Keterampilan berpikir kreatif merupakan kemampuan mengembangkan atau menemukan ide atau gagasan asli, estetis dan konstruktif, yang berhubungan dengan pandangan dan konsep serta menekankan pada aspek berpikir intuitif dan rasional khususnya dalam menggunakan informasi dan bahan untuk memunculkan atau menjelaskannya dengan perspektif asli pemikir (Liliasari, 2005). Aspek keterampilan berpikir kreatif yang diteliti mengacu pada *framework* Torrance (1972) yang meliputi *fluency*, *flexibility*, *originality* dan *elaboration*. Keterampilan berpikir kreatif diukur dengan menggunakan soal-soal tes berbentuk pilihan ganda dan uraian (*essay*) yang dilakukan sebelum dan sesudah mahasiswa mengikuti perkuliahan optik dengan menggunakan OpticalGamification (OG).

G. Struktur Organisasi Disertasi

Disertasi ini meliputi lima bab ditambah dengan daftar pustaka serta lampiran. Bab I berisi pemaparan terkait latar belakang, rumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kontribusi penelitian serta definisi operasional.

Bab II berisi pemaparan terkait kajian pustaka yakni kajian tentang landasan teori serta hipotesis penelitian. Kajian pustaka yang dikaji meliputi: *game*, gamifikasi, gamifikasi dalam pembelajaran berbasis ICT, teori-teori belajar yang melandasi pengembangan OpticalGamification (teori belajar David Ausubel; pembelajaran orang dewasa; pembelajaran tuntas dan pembelajaran remedial), *virtual laboratory*, penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis, keterampilan berpikir kreatif, deskripsi materi topik interferensi dan difraksi serta hipotesis penelitian.

Bab III berisi pemaparan terkait metode penelitian yang meliputi paparan terkait paradigma penelitian, metode dan desain penelitian, lokasi dan subjek penelitian, variabel penelitian, prosedur penelitian, alur penelitian, pengembangan instrumen penelitian, dan teknik analisis data.

Bab IV berisi tentang temuan penelitian dan pembahasan. Pada bab ini memaparkan data beserta hasil analisisnya terkait peningkatan penguasaan konsep (PK), peningkatan keterampilan berpikir kritis (KBK) serta peningkatan keterampilan berpikir kreatif (KBKr) melalui intervensi berupa penggunaan OpticalGamification (OG) pada perkuliahan optik bagi mahasiswa calon guru fisika.

Bab V berisi tentang simpulan, implikasi serta rekomendasi. Pada bab ini mendeskripsikan tentang simpulan akhir dari penelitian terkait dampak penggunaan OpticalGamification (OG) model serial dan model random dalam perkuliahan optik terhadap peningkatan penguasaan konsep (PK), keterampilan berpikir kritis (KBK) dan keterampilan berpikir kreatif (KBKr) mahasiswa calon guru fisika. Selain itu, pada bab ini juga dipaparkan implikasi serta rekomendasi bagi peneliti yang hendak melakukan penelitian lanjutan.