

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan tinggi merupakan bagian dari sistem pendidikan nasional yang memiliki fungsi mengembangkan kemampuan sivitas akademika yang inovatif, kreatif, terampil, berdaya saing dan kooperatif serta berfungsi mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora (UU Pendidikan Tinggi, 2012). Tujuannya adalah menghasilkan lulusan yang beriman dan bertakwa, berilmu, cakap, kreatif, mandiri terampil, kompeten dan berbudaya serta menguasai cabang ilmu pengetahuan dan teknologi melalui pembelajaran. Kementerian Riset dan Teknologi (2014) merekomendasikan pembelajaran dengan karakteristik interaktif, holistik, integratif, saintifik, kontekstual, tematik, efektif, kolaboratif, dan berpusat pada mahasiswa. Karakteristik tersebut menggambarkan pembelajaran pada Abad ke-21.

Peranan pembelajaran Abad ke-21 ialah memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk mengeksplorasi dan mengembangkan potensi melalui sebuah metode mengajar kreatif dan inovatif (BSNP, 2010). Salah satu pembelajaran kreatif yang ditekankan adalah model berbasis kerja sama antar individu seperti seperti: *Cooperative Learning*, *Collaborative Learning*, *Meaningful Learning* (BSNP, 2010). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran tersebut mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa (Irfandi & Sinuraya, 2017; Slameto, 2018).

Era revolusi industri 4.0 hadir dengan memberikan tantangan baru dalam pendidikan tinggi (Helaluddin & Fransori, 2019). Hal ini disebabkan transformasi perkembangan teknologi dan informasi yang semakin cepat. Upaya pendidik dalam mengatasi hal tersebut ialah mengintegrasikan pembelajaran Abad ke-21 ke dalam kompetensi yang dibutuhkan pada era revolusi industri 4.0 meliputi kompetensi teknikal, metodologis, sosial dan personal (Hecklau *et al.*, 2016).

Kompetensi teknis merupakan kemampuan yang dimiliki seseorang dalam hal; menggunakan pengetahuan terbarukan, teknis, coding dan pemrograman, menggunakan media dan memahami sistem keamanan IT. Kompetensi metodologis membutuhkan kemampuan pemecahan masalah, kreativitas, pengambilan keputusan, analitis, meneliti, menyelesaikan konflik, *enterprenuer*, dan berorientasi efisien. Sedangkan kompetensi sosial membutuhkan kemampuan memimpin, beradaptasi, berbahasa, membangun jaringan, bekerja sama dalam tim dan mentransfer pengetahuan. Kompetensi personal membutuhkan kemampuan fleksibilitas, berorientasi/adaptasi, motivasi dalam belajar, bekerja di bawah tekanan, inisiatif dan mudah menyesuaikan dengan kemajuan teknologi.

Pendidikan fisika di perguruan tinggi sebagai bagian dari pendidikan sains memiliki peran penting dalam pengembangan pembelajaran abad ke-21, pendidikan harus berorientasi pada ilmu pengetahuan matematika dan sains disertai dengan sains sosial dan kemanusiaan (*humaniora*) dengan keseimbangan yang wajar (BSNP, 2010). Fisika adalah ilmu yang memainkan peran penting dalam kehidupan karena menghadirkan berbagai masalah dari yang paling sederhana sampai yang kompleks, makro ke mikro dan melalui pembelajarannya fisika berusaha mencari solusi untuk menyelesaikan masalah-masalah tersebut (Saputri, 2017) serta melibatkan cara berpikir peserta didik untuk penyelesaian masalah (Williams, 2018).

Kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu bagian dari keterampilan berpikir tingkat tinggi (Hafizah, *et al.*, 2018). Kemampuan tersebut adalah salah satu kunci utama dalam pendidikan sains (Ceberio *et al.*, 2016). Pemecahan masalah fisika merupakan proses kognitif untuk mencapai tujuan (Wang & Chiew, 2010). Seorang individu dapat memecahkan suatu masalah fisika dengan cara mengumpulkan informasi, analisis, pemahaman dan pemikiran kritis. Dengan kata lain, individu harus mencoba memahami masalahnya dengan menentukan prinsip, hukum, persamaan dan terlibat dalam masalah, melacak, membuat grafik, menggambarkan deskripsi masalah, mengindeks dan menetapkan

simbol (Johnson, 2012). Dengan demikian, kemampuan pemecahan masalah sangat erat hubungannya dengan sifat fisika itu sendiri sehingga kemampuan tersebut perlu dilatihkan dalam sebuah pembelajaran berbasis penyelesaian masalah.

Kemampuan berpikir reflektif juga menjadi fokus perhatian dalam dunia pendidikan, kemampuan ini mempengaruhi prestasi akademik mahasiswa (Ghanizadeh, 2017). Pemikiran reflektif dikonseptualisasikan seperti merenungkan apa yang dilakukan baik setelah menyelesaikan tugas atau saat melakukannya. Hal ini memberikan penjelasan bagi peserta didik untuk dapat menganalisis, memotivasi (Gurol, 2011), mengevaluasi proses belajar dan memantau perkembangan belajar (Moon, 2008). Dengan demikian, berpikir reflektif berguna untuk mencapai target belajar dan menghasilkan pendekatan pembelajaran baru yang berdampak langsung pada proses belajar.

Berpikir reflektif memiliki efek positif pada peningkatan capaian pembelajaran dalam kelompok atau tim (Hsieh & Chen, 2012). Menurut Mirzaei & Kashefi (2014) pemikiran reflektif dapat ditingkatkan melalui pembelajaran inkuiri kolaboratif. Kemampuan tersebut sangat penting dilatihkan kepada mahasiswa dalam rangka mengembangkan kemampuan dalam menyelesaikan masalah (Ellianawati, *et al.*, 2014). Berdasarkan hal tersebut maka melalui pembelajaran berbasis tim atau kolaboratif efektif digunakan untuk peningkatan kemampuan berpikir reflektif mahasiswa.

Perkuliahan yang berorientasi untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir reflektif mahasiswa di prodi Pendidikan fisika nampaknya belum optimal dilaksanakan. Beberapa fakta di lapangan menunjukkan bahwa dalam kegiatan perkuliahan hanya berorientasi pada konteks capaian pengetahuan saja sedangkan pada konteks keterampilan dan kemampuan yang dibutuhkan untuk lulusan tidak dilatihkan (Sinensis, 2018). Hal tersebut tidak sejalan dengan target capaian lulusan pendidikan tinggi yaitu mahasiswa harus menguasai kompetensi yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan Abad ke-21.

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa termodinamika merupakan mata kuliah yang dianggap sulit dan kurang diminati oleh mahasiswa pendidikan fisika karena materi ini sangat erat dengan fenomena abstrak dan matematika (Sinensis *et al.*, 2019). Hal yang sama juga ditemukan dari beberapa penelitian yang menjelaskan bahwa kesulitan tersebut meliputi; kesulitan dalam memahami konsep umum (Saricayir, *et al* 2016; Smith *et al*, 2015), siklus carnot yang berkaitan dengan perubahan entropi (Wang & hue, 2012), menemukan hubungan antara variabel, memecahkan persamaan diferensial total yang menghubungkan variabel keadaan dan mengaplikasikan diagram P-V untuk pemecahan masalah (kulkarni & Tambade, 2013). Selain itu, mahasiswa juga menganggap kesulitan tidak hanya dalam konsep kerja, panas, entalpi, entropi, keseimbangan termal, akan tetapi dalam menerapkan konsep untuk memecahkan masalah dan memvisualisasikannya dalam fenomena yang dapat diamati (Mulop *et al*, 2012).

Kesulitan dan beberapa permasalahan dalam perkuliahan termodinamika juga dialami oleh mahasiswa Pendidikan fisika di LPTK Sumatera Selatan. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara terhadap enam mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah termodinamika diperoleh informasi; Pertama, perkuliahan termodinamika monoton, mahasiswa hanya mendengarkan penjelasan dari dosen, tidak ada variasi pembelajaran baik seperti praktikum, menggunakan media seperti video, animasi atau yang lainnya untuk penjelasan fenomena abstrak. Hal ini mengakibatkan mahasiswa merasa bosan dan tidak dapat memahami konsep dengan jelas dalam pembelajaran termodinamika.

Kedua, metode perkuliahan yang dilakukan hanya catat materi dan latihan soal tanpa memberikan penjelasan kaitan dalam kehidupan sehari-hari. Penjelasan spesifik terkait grafik hubungan, siklus termodinamika hanya digambarkan di papan tulis, persamaan matematika untuk menjelaskan variabel, fungsi juga tidak dijelaskan secara detail. Kegiatan perkuliahan seperti ini tidak memberikan *feedback* yang bermakna bagi mahasiswa padahal penjelasan fenomena abstrak dan matematika penting dalam termodinamika.

Ketiga, pada saat kegiatan diskusi dosen tidak pernah memberikan klarifikasi atas jawaban mahasiswa. Salah satu mahasiswa mengungkapkan bahwa dosen menganggap mahasiswa sudah paham. Begitu juga, pada saat latihan-latihan soal mahasiswa merasa tidak ada tantangan dalam mengerjakan, mereka menganggap soal sangat mudah karena hanya mengaplikasikan rumus yang sudah ada. Beberapa hal tersebut membuat mahasiswa merasa bosan, tidak termotivasi dalam belajar termodinamika, mereka merasa bingung dan kesulitan dalam memahami konsep (Sinensis *et al.*, 2019). Oleh karena itu, mahasiswa membutuhkan perkuliahan termodinamika yang membuat mereka terlibat aktif dalam pemecahan masalah, memanfaatkan media untuk pemahaman konsep, dan memerlukan penjelasan yang detail terkait penjelasan termodinamika.

Studi lapangan dilanjutkan dengan memberikan tes kepada sebelas mahasiswa untuk mengetahui kemampuan mahasiswa dalam pemecahan masalah termodinamika. Berdasarkan hasil tes diperoleh data bahwa rata-rata hasil tes mendapatkan nilai 39,4 dari skor maksimal 100. Dengan demikian, mahasiswa yang telah belajar termodinamika masih berada pada tingkatan kemampuan pemecahan masalah atau pemahaman konsep yang rendah. Perlu diketahui bahwa penguasaan konsep juga dapat diukur dari kemampuannya dalam memecahkan masalah (Aljaberi & Gheith, 2016). Hasil jawaban mahasiswa tersebut kemudian dianalisis dan diperoleh gambaran bahwa terdapat kesalahan konsep, penjelasan yang tidak terstruktur, kesimpulan yang kurang tepat dan memberikan contoh yang tidak sesuai dengan konsep (Sinensis *et al.*, 2019).

Berdasarkan hasil catatan reflektif terkait pembelajaran termodinamika diperoleh data bahwa masih banyak mahasiswa yang belum paham terkait konsep. Hal ini disebabkan karena mahasiswa tidak merefleksikan pengetahuannya dengan mengidentifikasi kesulitan dalam belajar termodinamika. Data hasil catatan reflektif tentang “Suhu” membuktikan konsep yang selama ini mereka yakini benar dan mudah dipahami, ternyata salah. Beberapa hasil catatan reflektif dijabarkan sebagai berikut:

1. Suhu biasanya dipengaruhi oleh cuaca
2. Suhu atau yang disebut dengan temperatur dengan satuan (K) ialah besaran yang biasa digunakan untuk pengukuran dalam bentuk udara.
3. Suhu merupakan bentuk perubahan iklim yang berupa panas dan dingin
4. Suhu adalah temperatur ruangan atau tempat yang panas dan dingin
5. Suhu berkaitan dengan udara panas dan udara dingin
6. Suhu adalah temperatur dalam ruangan

Hasil catatan reflektif mengindikasikan bahwa mahasiswa masih belum mampu mengidentifikasi konsep yang belum atau sudah dipahami. Artinya, mahasiswa belum berpikir reflektif, mereka merasa konsep termodinamika yang selama ini dipelajari sudah dikuasai dan mudah dipahami. Berdasarkan hasil temuan tersebut maka perlu inovasi pembelajaran yang melatih dan membekalkan kemampuan berpikir reflektif mahasiswa. Hal ini penting karena dengan refleksi akan menjadi evaluasi bagi mahasiswa sejauhmana memahami konsep termodinamika dan memperbaiki cara belajar. Sementara bagi pendidik akan menjadi evaluasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dalam mencapai tujuan atau target belajar.

Inovasi pembelajaran termodinamika telah dikembangkan oleh banyak peneliti, guru dan dosen untuk mengembangkan kemampuan yang meliputi; pemahaman konsep (Kulkarni & Tambade, 2013; Wu & Wu, 2019), kemampuan komunikasi (Baran & Sozbilir, 2018), analisis kognitif (Kustusich *et al.*, 2014; Tuminaro & Redish, 2007), penyelesaian matematika (Bajracharya & Thompson, 2016), multirepresentasi (Bajracharya, Emigh, & Manogue, 2019) dan kreativitas (Rusydi, 2017). Dari beberapa kemampuan yang telah ditingkatkan kemampuan pemecahan masalah spesifik dalam penyelesaian matematika saja sementara itu belum ada yang mengembangkan kemampuan berpikir reflektif. Dengan demikian, hal ini menjadi pembaharuan dan menjadi salah satu orisinalitas dalam penelitian ini untuk mengembangkan dua kemampuan tersebut.

Pembelajaran termodinamika telah dikembangkan menggunakan berbagai model seperti pembelajaran berbasis masalah (Rusydi, 2017), berbasis komputer (Vieira *et al.*, 2018), *Game based Evaluation and Learning* (GABEL) (Soni & Bhattacharya, 2019), *partial derivative games* (Kustusich *et al.*, 2014), *analitics derivation Games* (Bajracharya & Thompson, 2016), simulasi interaktif (Falconer, 2016), *context and problem based learning* (C-PBL) (Mukadder Baran & Sozibilir, 2018). Dari hasil pengembangan tersebut maka peneliti merekonstruksi pembelajaran termodinamika yang menggabungkan beberapa unsur pembelajaran berbasis pemecahan masalah, penggunaan media simulasi interaktif dan permainan matematika dalam termodinamika ke dalam model pemecahan masalah kolaboratif yang menjadi kebaruan dalam penelitian ini.

Pembelajaran kolaboratif merupakan salah satu cara mengimplementasikan paham konstruktivisme (Mahmudi, 2006) yang menuntut individu terlibat efektif (Mazorodze & Reiss, 2018) dalam menumbuhkan interaksi produktif (Stahl, 2005), berbagi pemahaman (Alvarez *et al.*, 2013) mengumpulkan pengetahuan, menghargai sudut pandang berbeda untuk mencapai solusi memecahkan masalah. Membangun pemahaman bersama merupakan kekuatan dari model ini karena menunjukkan pemikiran tingkat tinggi dari pemikiran reflektif (Moon, 2005). Oleh karena itu, melalui pembelajaran kolaboratif, individu dapat belajar tidak hanya tentang konten, keterampilan, dan strategi tetapi juga bagaimana berkolaborasi, berkoordinasi, dan bernegosiasi dengan orang lain (Brodbeck & Greitemeyer, 2000).

Penelitian pemecahan masalah kolaboratif dalam bidang fisika pernah dilakukan oleh Tejeda & Dominguez (2018) pada kajian kinematika dan (Adolphus, Alamina, & Aderonmu, 2013) pada kajian gerak harmonik. Namun dalam penelitian tersebut hanya diorientasikan untuk mengeksplorasi materi fisika dasar dengan tingkat abstraksi rendah. Oleh karena itu, model pemecahan masalah kolaboratif penting diterapkan pada kajian termodinamika mengingat mata kuliah ini merupakan konsep dengan abstraksi yang tinggi dan harus dikuasai mahasiswa

untuk pemahaman fisika lanjut yaitu fisika statistik. Salah satu temuan Tejada adalah peserta didik tidak mau berbagi ide atau gagasan dan tidak terlibat dalam kerja sama membangun konsep. Temuan tersebut menjadi salah satu landasan pembaharuan rekonstruksi sebuah program perkuliahan dengan model pemecahan masalah kolaboratif dengan mengintegrasikan unsur membangun kesiapan belajar, eksplorasi, refleksi dan evaluasi untuk melatih kemampuan pemecahan masalah dan berpikir reflektif.

Termodinamika dipandang sebagai konsep abstrak (Partanen, 2016; Wu & Wu, 2019). Konsep-konsep seperti reversibilitas dan irreversibilitas dapat dengan mudah diperkenalkan kepada peserta didik melalui visualisasi dan interaktifitas (Álvarez-Rúa & Borge, 2016). Simulasi komputer telah terbukti menjadi pendekatan yang efektif untuk pembelajaran (Yang *et al.*, 2012) karena dapat memvisualisasikan konsep abstrak, mengidentifikasi hubungan antar variabel dan mengaktifkan pembelajaran (Khan, 2011). Pendidik dapat mengintegrasikan pembelajaran berbasis penyelidikan dalam simulasi interaktif yang mendorong pertanyaan reflektif untuk meningkatkan pemahaman konsep termodinamika (Olananmi & Doyoyo, 2014). Oleh karena itu, simulasi interaktif dapat digunakan sebagai solusi dalam penjelasan proses termodinamika secara dinamis dan interaktif (Kulkarni & Tambade 2013), dan membantu mahasiswa untuk belajar lebih mudah dan lebih efektif (Akpmar, 2014).

Media simulasi interaktif telah banyak digunakan untuk membantu dalam pembelajaran termodinamika dan dapat diakses gratis melalui *website* seperti pada aplikasi *Physlets Physics* (Cox *et al.*, 2003), *energy.concord.org* (Xie, 2012), *phet simulation* (Jewett, 2015), *learncheme.com* (Falconer, 2016), matlab (Álvarez-Rúa & Borge, 2016) semua aplikasi tersebut digunakan oleh guru, dosen dan peneliti untuk membantu mahasiswa dalam pemahaman konsep termodinamika. Dari beberapa simulasi tersebut yang mudah dalam penggunaannya adalah *phet simulation* dan *physlets physics*. Sedangkan simulasi yang lain biasa digunakan

dalam menganalisis kimia termodinamika maupun termodinamika statistik yang memerlukan penjelasan lebih kompleks.

Matematika adalah aspek penting yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah fisika (Bajracharya & Thompson, 2016) khususnya pada konsep termodinamika. *Games* matematika dikembangkan sebagai media bantu untuk menjelaskan konsep termodinamika yang dikemas dalam permainan yang menyenangkan dan memotivasi mahasiswa dalam belajar. Beberapa jenis *Games* matematika termodinamika diantaranya; *Partial Derivative Games* (PDG) (Kustusich *et al.*, 2014), digunakan sebagai alat untuk menganalisis kognitif dalam pemecahan matematika termodinamika, *Analytical Derivative Games* (ADG) (Bajracharya & Thompson, 2016) yang merupakan penurunan persamaan melalui manipulasi simbolis dan operasi matematika untuk pemecahan masalah termodinamika. Kedua permainan tersebut merujuk pada kerangka *epistemic Games* atau teknik analisis (Collins & Ferguson, 1993; Tuminaro & Redish, 2007) yang menggambarkan aktivitas dan proses membangun pengetahuan untuk memecahkan masalah. Dengan demikian, dari hasil analisis maka peneliti merekonstruksi *games* termodinamika dengan jenis permainan “*Derivative Games* (DG)” yang merupakan penggabungan teknik PDG dan ADG dengan tujuan sebagai media pembelajaran yang membantu mahasiswa dalam pemecahan masalah termodinamika.

Berdasarkan temuan fakta di lapangan dan beberapa kajian literatur upaya dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir reflektif dalam pembelajaran Termodinamika diharapkan dapat ditingkatkan melalui model pemecahan masalah kolaboratif (PMK). Penggunaan media simulasi interaktif dipilih sebagai media pembelajaran untuk membantu mahasiswa dalam memahami fenomena abstrak dan memvisualiasi fenomena termodinamika. Sedangkan media *Derivative Games* didesain sebagai metode baru untuk meningkatkan pemahaman matematika termodinamika melalui kegiatan simulasi atau latihan. Kombinasi antara model PMK berbantuan simulasi interaktif dan *derivative games* merupakan

sebuah program perkuliahan termodinamika hasil rekonstruksi baru yang didesain untuk menjadi solusi dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir reflektif mahasiswa calon guru fisika.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Kemampuan pemecahan masalah dan berpikir reflektif mahasiswa dalam pembelajaran termodinamika perlu ditingkatkan sesuai dengan tuntutan Abad ke-21 dan revolusi industri 4.0. Kedua kemampuan tersebut merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang penting dilatihkan dalam pendidikan tinggi. Pada pembelajaran termodinamika capaian pembelajaran tidak hanya pada aspek pengetahuan konten saja. Keterlibatan mahasiswa dalam kegiatan pembelajaran aktif penting dilakukan melalui model pemecahan masalah kolaboratif. Pembelajaran dilakukan dengan melibatkan mahasiswa dalam kegiatan penyelesaian masalah bersama secara kolaborasi, saling berbagi pengetahuan, ide, argumentasi dan refleksi untuk menemukan solusi pemecahan masalah berdasarkan pemikiran bersama. Oleh karena itu, program perkuliahan pemecahan masalah kolaboratif perlu diterapkan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan berpikir reflektif mahasiswa. Penggunaan simulasi interaktif dan *Derivative games* dipilih sebagai media yang digunakan dalam pembelajaran interaktif, untuk mempermudah mahasiswa memahami fenomena abstrak dan pemahaman matematika dalam termodinamika.

Keberhasilan program perkuliahan pemecahan masalah kolaboratif dalam termodinamika ini perlu diukur dalam rangka untuk mengetahui dampaknya dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan berpikir reflektif. Tiga hal yang menjadi poin penting dalam kajian program perkuliahan ini yaitu karakteristik program pemecahan masalah kolaboratif, dampak program terhadap kemampuan pemecahan masalah dan dampak program terhadap kemampuan berpikir reflektif.

Berdasarkan hal tersebut maka rumusan masalah penelitian adalah:” Bagaimanakah program perkuliahan termodinamika berbasis pemecahan masalah kolaboratif berbantuan simulasi interaktif dan *Derivative Games* untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir reflektif?” Rumusan masalah diuraikan lebih rinci menjadi pertanyaan-pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik program perkuliahan termodinamika berbasis pemecahan masalah kolaboratif berbantuan simulasi interaktif dan *derivatives games* yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir reflektif?
2. Bagaimana dampak program perkuliahan termodinamika berbasis pemecahan masalah kolaboratif berbantuan simulasi interaktif dan *derivatives games* terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah?
3. Bagaimana dampak program perkuliahan termodinamika berbasis pemecahan masalah kolaboratif berbantuan simulasi interaktif dan *derivatives games* terhadap peningkatan kemampuan berpikir reflektif?
4. Apakah program perkuliahan termodinamika berbasis pemecahan masalah kolaboratif berbantuan simulasi interaktif dan *derivatives games* efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir reflektif ditinjau dari sudut pandang mahasiswa?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah menghasilkan program pembelajaran inovatif yaitu program perkuliahan termodinamika berbasis pemecahan masalah kolaboratif berbantuan simulasi interaktif dan *derivative games*. Program yang dihasilkan memiliki karakteristik yang mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan berpikir reflektif. Secara rinci tujuan program perkuliahan termodinamika berbasis PMK dijelaskan sebagai berikut:

1. Menghasilkan Program perkuliahan dengan sintak PMK berbantuan simulasi interaktif dan *derivative games*, perangkat pembelajaran dan Lembar Kerja Mahasiswa.
2. Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan berpikir reflektif melalui program PMK berbantuan simulasi interaktif dan *derivative games*.
3. Memperoleh informasi tentang dampak program perkuliahan termodinamika berbasis PMK berbantuan simulasi interaktif dan *derivative games* yang efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir reflektif.

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan sebelumnya, penelitian ini menghasilkan program perkuliahan termodinamika berbantuan simulasi interaktif dan *derivative games* yang diharapkan dapat memberikan informasi tentang dampak program terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir reflektif. Program ini dapat dijadikan pilihan oleh teman sejawat pengampu mata kuliah termodinamika untuk diaplikasikan dalam pembelajaran jika ingin meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan berpikir reflektif. Di samping itu, metode, alat ukur dan temuan penelitian ini dapat dijadikan sebagai rujukan bagi penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan pembelajaran pemecahan kolaboratif dalam rangka meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir reflektif dalam perkuliahan termodinamika atau dalam bidang kajian yang lainnya.

1.5 Penjelasan Istilah

Dalam rangka menghindari kesalahan penafsiran terhadap istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini, terdapat beberapa istilah yang perlu dijelaskan yaitu:

1. Program perkuliahan termodinamika adalah serangkaian kegiatan akademik yang dilaksanakan sesuai dengan kurikulum Pendidikan fisika yang telah direncanakan untuk mencapai tujuan pembelajaran Termodinamika. Program perkuliahan dilengkapi dengan perangkat pembelajaran seperti; Rencana Pembelajaran Semester (RPS), Lembar kegiatan mahasiswa (LKM), media pembelajaran, instrumen tes pemecahan masalah, skala berpikir reflektif dan skala respon mahasiswa. Termodinamika adalah mata kuliah wajib tempuh mahasiswa pendidikan fisika dengan bobot 3 SKS. Mata kuliah ini dapat diampu oleh mahasiswa dengan prasyarat telah atau sedang menempuh mata kuliah fisika II, dan fisika matematika 1 dan II. (Kurikulum, 2018).
2. Pemecahan Masalah Kolaboratif (PMK) adalah sebuah model pembelajaran yang mengacu pada pendekatan responsif dengan bekerja bersama dan bertukar ide untuk menyelesaikan masalah yang kompleks (Hesse *et al.*, 2015).
3. Simulasi Interaktif dalam penelitian ini adalah media pembelajaran yang digunakan untuk memvisualisasikan fenomena abstrak, menjelaskan siklus dan proses termodinamika dan penjelasan grafik hubungan antar variabel termodinamika (Khan, 2011). Simulasi interaktif ini melibatkan mahasiswa untuk berinteraksi langsung dengan simulasi untuk mengendalikan, menggabungkan, memanipulasi berbagai jenis media seperti teks, suara, video, grafik dan animasi. Simulasi yang digunakan adalah *Physlet Physics*, *phet simulation* dan *ck. 12 foundation* yang dapat diakses dengan mudah melalui website.
4. *Derivative Games* dalam penelitian ini adalah media permainan matematika yang didesain untuk mempermudah mahasiswa dalam pemahaman matematika termodinamika melalui simulasi dan latihan. *Derivative games* ini merupakan permainan matematika yang menggabungkan antara unsur-unsur *partial derivative games* (Kustusich *et al.*, 2014) dan *analitic*

derivative games (Bajracharya & Thompson, 2016) dengan modifikasi variasi permainan *Match Games*, *Puzzle* dan *Crossword Puzzle*.

5. Kemampuan pemecahan masalah dalam penelitian ini adalah kemampuan mahasiswa dalam menentukan skema permasalahan (*problem schema*) untuk dipecahkan, menganalogikan (*analogy*), menemukan hubungan sebab akibat (*causal*) dan berargumentasi (*argumentation*) (Jonassen, 2011).
6. Kemampuan berpikir reflektif dalam penelitian ini adalah kemampuan mahasiswa dalam level berpikir reflektif (Kember *et al.*, 2000) berdasarkan tindakan kebiasaan (*habitual action*), pemahaman (*understanding*), refleksi (*reflection*) dan refleksi kritis (*critical reflection*).

1.6 Struktur Organisasi Disertasi

Bagian ini memuat sistematika penulisan disertasi dengan memberikan gambaran kandungan setiap bab. Untuk memahami disertasi ini, maka dibuat struktur organisasi sebagai berikut:

Bab 1 merupakan bagian pendahuluan disertasi, terdiri dari latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian dan manfaat penelitian. Latar belakang berisikan tentang permasalahan yang menjadi alasan bagi peneliti untuk melakukan penelitian pada bidang tersebut, urgensi penelitian, program yang dikembangkan untuk mengatasi permasalahan, serta *state of the art* dari variabel-variabel yang berkaitan dengan program yang dikembangkan. Rumusan masalah dinyatakan dalam kalimat tanya. Tujuan penelitian menyajikan tentang hasil yang ingin dicapai dari penelitian yang dilakukan. Sedangkan manfaat penelitian menyajikan manfaat yang diharapkan dari hasil yang diperoleh dari penelitian, baik dari sisi teoritis maupun praktis.

Bab II berisikan kajian pustaka hakikat pembelajaran fisika, karakteristik dan struktur konsep termodinamika sebagai landasan dalam pengembangan program perkuliahan termodinamika berbasis PMK, kemampuan pemecahan masalah, kemampuan berpikir reflektif, simulasi interaktif dalam pembelajaran

fisika, *derivative games* dalam termodinamika dan Integrasi Pemecahan Masalah Kolaboratif, Simulasi Interaktif dan *Derivative Games* untuk perkuliahan termodinamika.

Bab III memaparkan desain penelitian yang digunakan dalam penelitian, prosedur penelitian beserta langkah penelitian, dan jenis data yang diperoleh dari setiap tahap penelitian. Selanjutnya, memaparkan tahapan pengembangan instrumen beserta hasil validasinya dan bagian terakhir memaparkan Teknik pengumpulan data dan Teknik analisis data penelitian.

Bab IV meliputi dua hal yaitu temuan dan pembahasan. Temuan atau hasil penelitian mengemukakan hasil analisis data berdasarkan rumusan masalah penelitian sedangkan pembahasan membahas hasil temuan berdasarkan teori, penelitian yang terdahulu atau penelitian yang selaras dengan tema penelitian. Ada lima isu yang dibahas dalam penelitian ini diantaranya ialah 1) karakteristik model pemecahan masalah kolaboratif dalam pembelajaran termodinamika, 2) eksplanasi peran program PMK berbantuan simulasi interaktif dan *derivative games* pada peningkatan kemampuan pemecahan masalah. 3) eksplanasi peran program PMK berbantuan Simulasi Interaktif dan *Derivative Games* pada peningkatan kemampuan berpikir reflektif. 4) Respon mahasiswa terhadap pelaksanaan program perkuliahan termodinamika PMK berbantuan simulasi interaktif dan *derivative games*

Bab V berisi Simpulan, implikasi dan rekomendasi. Kesimpulan melingkupi temuan yang diperoleh selama penelitian yang menjawab rumusan masalah penelitian, sementara implikasi melingkupi dua hal yaitu berupa saran yang berhubungan dengan riset lanjutan dan aplikasi model pemecahan masalah kolaboratif pada konteks kajian lainnya.