

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis permasalahan pembelajaran fisika yang dialami mahasiswa berdasarkan aspek kemampuan pemecahan masalah dan lingkungan belajar dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a) **Kemampuan Pemecahan Masalah**

Dari segi kemampuan pemecahan masalah, mahasiswa cenderung menghadapi kesulitan dalam memahami konsep fisika secara mendalam, sehingga lebih mengandalkan prosedur matematis atau solusi hafalan tanpa analisis kualitatif. Mereka juga mengalami hambatan dalam menggunakan representasi (diagram, naratif, matematis) dan beralih antarrepresentasi, serta kesulitan menerapkan operasi matematika dalam konteks fisika. Pendekatan pemecahan masalah yang tidak sistematis, seperti *trial and error* atau metode acak, semakin memperparah kesalahan konseptual dan inefisiensi waktu. Selain itu, terdapat perbedaan signifikan antara mahasiswa pemula yang cenderung berfokus pada langkah prosedural dengan yang berpengalaman yang lebih mengutamakan analisis konseptual terstruktur.

b) Lingkungan Belajar

Dari aspek lingkungan belajar, beberapa faktor menghambat efektivitas pembelajaran, seperti kurang optimalnya kekompakan antar mahasiswa dalam berbagi pengetahuan, minimnya dukungan dosen dalam memberikan bantuan akademis, dan rendahnya keterlibatan aktif mahasiswa. Ketidakkonsistenan penerapan aturan kelas, ketidakjelasan tujuan pembelajaran, serta lemahnya kerjasama dan ketidakadilan dalam interaksi dosen-mahasiswa turut menciptakan lingkungan yang kurang kondusif.

2. Prosedur yang direkomendasikan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran inkuiri terbuka berbasis STEM yang didukung scaffolding adalah sebagai berikut:

a) Tahap Rancang Bangun

Tahap rancang bangun dalam penelitian ini menawarkan beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merancang pembelajaran inkuiri terbuka berbasis STEM berbantuan scaffolding. **Pertama**, integrasi holistik antara inkuiri terbuka, STEM, dan scaffolding dirancang secara melalui pemetaan konseptual multidimensi, di mana setiap fase inkuiri dilengkapi dengan teknik scaffolding yang disesuaikan dengan kebutuhan mahasiswa. **Kedua**, penelitian ini mengadopsi satu model integrasi STEM, yaitu *correlated curriculum* untuk mempertahankan kedalaman disiplin ilmu fisika. **Ketiga**, kerangka teoretis yang digunakan tidak hanya mencakup teori konstruktivisme dan ZPD, tetapi juga memetakan secara eksplisit hubungan

antara teori, intervensi, dan indikator pemecahan masalah melalui diagram alur dan tabel yang transparan, memastikan setiap langkah pembelajaran memiliki justifikasi ilmiah. **Keempat**, penggunaan naskah akademik terstruktur sebagai dasar pengembangan menjadikan penelitian ini tidak hanya fokus pada desain intervensi, tetapi juga menyediakan dokumen operasional. **Kelima**, penekanan pada intersubjektivitas dalam scaffolding di mana dosen dan mahasiswa harus memiliki pemahaman bersama tentang solusi masalah menjadikan proses bimbingan lebih dialogis dan kontekstual.

b) Validasi Ahli

Dalam merancang pembelajaran inkuiri terbuka berbasis STEM yang didukung scaffolding, beberapa hal harus diperhatikan untuk memastikan efektivitas dan kesesuaian dengan prinsip inkuiri terbuka. **Pertama**, integrasi elemen STEM harus bersifat dinamis dan holistik, bukan terpisah pada setiap tahap pembelajaran. Awalnya, pendekatan yang memisahkan Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika ke dalam langkah-langkah rigid justru menyebabkan fragmentasi, sedangkan inkuiri terbuka menuntut fleksibilitas eksplorasi tanpa batasan struktural yang kaku. Oleh karena itu, desain pembelajaran perlu memungkinkan mahasiswa mengakses dan mengintegrasikan seluruh elemen STEM secara bersamaan sesuai kebutuhan konteks masalah.

Kedua, scaffolding harus dirancang untuk mendukung integrasi multidisiplin, bukan sekadar menyederhanakan tugas. Scaffolding perlu

memfasilitasi mahasiswa dalam menghubungkan konsep-konsep STEM yang relevan. **Ketiga**, kebebasan eksplorasi harus diimbangi dengan struktur scaffolding yang adaptif. Meskipun inkuiri terbuka menekankan kebebasan mahasiswa, scaffolding tetap diperlukan untuk mencegah kebingungan atau kelebihan kognitif.

c) Evaluasi Satu Per Satu

Pentingnya validasi kerangka teori dan alur pembelajaran menjadi kunci utama dalam rancangan pembelajaran inkuiri terbuka berbasis STEM berbantuan scaffolding. Dalam evaluasi satu per satu, keunikan desain terletak pada integrasi strategi spesifik seperti metode KWL (Know-Want-Learn) untuk merangsang pertanyaan mandiri, scaffolding yang adaptif, serta penekanan pada kolaborasi lintas jam perkuliahan. Alokasi waktu fleksibel untuk tahap kompleks (misalnya, perencanaan investigasi) dan panduan teknis untuk dosen (contoh analisis data) menjembatani kebebasan eksplorasi dengan struktur pembelajaran. Meski tidak mengubah kerangka konseptual, penyempurnaan teknis ini memperkuat kesiapan produk untuk diuji dalam konteks nyata, menyeimbangkan kebebasan mahasiswa dengan dukungan sistematis yang diperlukan dalam pembelajaran.

d) Evaluasi Kelompok Kecil

Berdasarkan evaluasi kelompok kecil, hal penting yang harus diperhatikan dalam merancang pembelajaran inkuiri terbuka berbasis STEM berbantuan

scaffolding adalah sifat adaptif dan responsif scaffolding, mengingat kesulitan mahasiswa bersifat dinamis dan tidak linier. Scaffolding tidak boleh diterapkan dalam alur tetap, melainkan sebagai intervensi situasional yang disesuaikan dengan kebutuhan spesifik mahasiswa. Dosen perlu menggunakan pendekatan diagnostic, melalui observasi atau pertanyaan klarifikasi untuk mengidentifikasi jenis kesulitan sebelum memilih teknik scaffolding yang tepat. Keunikan desain ini terletak pada pergeseran dari pendekatan linier ke pedoman fleksibel, di mana scaffolding diberikan berdasarkan prioritas kebutuhan individu, bukan urutan kaku.

Selain itu, pentingnya scaffolding pada tahap awal (pengajuan pertanyaan dan perencanaan) untuk memastikan pertanyaan relevan dan rancangan eksperimen terstruktur. Jika tahap ini dilakukan dengan matang, mahasiswa dapat menjalankan investigasi secara mandiri tanpa scaffolding intensif di tahap selanjutnya.

3. Kondisi kondusif untuk merancang dan mengembangkan pembelajaran inkuiri terbuka berbasis STEM dengan scaffolding mencakup lingkungan kerja yang nyaman dan kolaboratif, teknologi pendukung yang optimal seperti LMS dan perangkat analisis data, serta keterampilan dan pengetahuan .tim yang mencakup pemahaman STEM, inkuiri terbuka, scaffolding, dan analisis data. Fleksibilitas waktu, manajemen yang terstruktur, dan keterlibatan validator ahli memperkuat validitas dan relevansi produk

pembelajaran, sehingga menghasilkan pembelajaran inovatif yang efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika mahasiswa.

4. Prosedur yang direkomendasikan dalam menerapkan pembelajaran inkuiri terbuka berbasis STEM yang didukung scaffolding bertujuan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika mahasiswa. Prosedur ini mencakup beberapa tahap yang harus dilakukan dengan hati-hati, dimulai dari pengajuan pertanyaan yang relevan, merencanakan dan melakukan investigasi, hingga menganalisis data dan mengembangkan penjelasan berbasis bukti. Setiap tahap harus dialokasikan waktu secara tepat, dengan mempertimbangkan materi praktikum fisika yang memerlukan eksperimen dan simulasi. Dosen perlu memberikan scaffolding bertahap yang disesuaikan dengan kebutuhan mahasiswa, mulai dari memberikan panduan eksplisit hingga mendorong kemandirian. Penggunaan teknologi dan diskusi kolaboratif antar mahasiswa juga sangat penting dalam mendukung proses pembelajaran.
5. Penerapan pembelajaran inkuiri terbuka berbasis STEM dengan scaffolding terbukti efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika mahasiswa. Hal ini terlihat dari peningkatan signifikan skor rata-rata dari 24,05 pada pretest menjadi 56,87 pada posttest, serta penurunan variabilitas skor yang menunjukkan pemahaman yang lebih seragam di antara mahasiswa. Namun, terdapat pergeseran hal yang mempengaruhi berkembangnya setiap indikator kemampuan pemecahan masalah dari setiap

tahap pembelajaran inkuiri terbuka berbasis STEM dan didukung scaffolding.

Pergesaran tersebut diuraikan sebagai berikut:

- 1) Penggunaan deskripsi yang bermanfaat dibangun pada tahap mengajukan pertanyaan
- 2) Pendekatan fisika dibangun pada tahap mengajukan pertanyaan dan merencanakan investigasi
- 3) Penerapan konsep fisika secara spesifik dibangun pada tahap melakukan investigasi, mengumpulkan data dan mengembangkan penjelasan berbasis data atau bukti
- 4) Prosedur matematika dibangun pada tahap melakukan investigasi, mengumpulkan data dan menganalisis data, dan
- 5) Perkembangan logis dibangun pada tahap merencanakan investigasi, mengembangkan penjelasan berbasis data atau bukti dan mengkomunikasikan hasil

5.2 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diakui sebagai bahan refleksi dan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut.

1. Tahap evaluasi pembelajaran yang dilakukan masih terbatas pada evaluasi formatif, khususnya uji coba kelompok kecil (small-scale trial). Hal ini menyebabkan temuan penelitian belum dapat menggambarkan efektivitas model secara menyeluruh, karena belum dilakukan uji coba lanjutan pada tahap sumatif (e.g., uji lapangan skala besar) atau perluasan konteks ke

lingkungan pembelajaran yang lebih beragam. Validitas eksternal hasil penelitian pun belum teruji secara optimal.

2. Dalam uji coba kelompok kecil, aspek-aspek internal dan eksternal yang berpotensi memengaruhi data penelitian, seperti karakteristik awal mahasiswa (misalnya: latar belakang akademik, motivasi belajar, atau kecemasan matematis) dan faktor lingkungan (ketersediaan fasilitas, dukungan institusi), tidak dipertimbangkan secara mendalam selama pemilihan sampel. Keterbatasan ini berisiko menimbulkan bias dalam interpretasi data, terutama jika terdapat variabel pengganggu yang tidak teridentifikasi. Oleh karena itu, uji sumatif di masa depan perlu menerapkan kriteria pemilihan sampel yang lebih ketat, seperti randomisasi dan kontrol variabel, untuk memastikan reliabilitas temuan.
3. Penelitian ini baru menguji penerapan model pembelajaran pada materi Listrik dan Magnet. Padahal, kompleksitas dan karakteristik materi fisika sangat beragam (mekanika, termodinamika, optik), sehingga generalisasi temuan ke materi lain belum dapat dilakukan. Diperlukan kajian lebih mendalam untuk mengevaluasi konsistensi efektivitas model ketika diterapkan pada topik dengan tantangan berbeda, seperti materi yang lebih abstrak atau berbasis komputasi.

5.3 Implikasi Penelitian

Keterbatasan penelitian tidak mengurangi urgensi temuan dalam penelitian, tetapi menegaskan pentingnya tahap replikasi dan ekspansi dalam penelitian lanjutan. Untuk itu, rekomendasi utama untuk penelitian lanjutan meliputi:

1. Melakukan uji sumatif dengan skala sampel lebih besar.
2. Memperluas cakupan materi dan konteks pembelajaran untuk menguji adaptabilitas model.
3. Mengintegrasikan analisis variabel internal/eksternal secara sistematis guna memperkuat validitas kesimpulan.