

BAB V

SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

5.1 Simpulan

Berdasarkan temuan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, sesuai dengan pertanyaan penelitian, dapat dirumuskan tujuh kesimpulan sebagai berikut.

1. *Hypothetical learning trajectory* (HLT) yang dihasilkan merupakan prediksi lintasan pembelajaran yang akan dilalui mahasiswa dalam menggunakan perangkat lunak-R pada mata kuliah Statistika Dasar yang berorientasi untuk mengembangkan keterampilan CT mahasiswa calon guru matematika. HLT yang dihasilkan pada tahap analisis prospektif, berpijak pada *scholarly knowledge*, tujuan pembelajaran, hasil identifikasi kemampuan awal CT mahasiswa, dan pengalaman peneliti khususnya dalam mengajar statistik deskriptif. Terdapat tiga komponen utama dalam HLT tersebut, yaitu tujuan pembelajaran, daftar tugas berdasarkan materi yang relevan, dan rancangan lintasan pembelajaran yang akan dilalui mahasiswa. Tujuan pembelajaran tersebut meliputi pemahaman konsep statistik deskriptif dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, serta pengembangan keterampilan CT mahasiswa. Sebanyak lima *series of task* yang menjadi tahapan dalam pembelajaran statistik deskriptif atau HLT makro, yaitu *task 1* terkait pengantar statistik deskriptif; *task 2* terkait teknik penyajian data; *task 3* terkait teknik pencarian ukuran pemusatan data, meliputi mean, median, dan modus; *task 4* terkait teknik pencarian ukuran penyebaran data, meliputi range, rata-rata deviasi, variansi, dan simpangan baku; dan *task 5* terkait teknik pencarian ukuran letak data, meliputi kuartil, desil, dan persentil. Pada setiap *task*, terdapat HLT mikro yang bervariasi, dimulai dari pengenalan konsep masing-masing ukuran tersebut hingga penyelesaian masalah terkait konsep statistik deskriptif menggunakan perangkat lunak-R yang tersedia pada Google Colab.
2. Desain didaktis hipotetis yang dihasilkan dalam penelitian ini merupakan rancangan situasi didaktis pemanfaatan perangkat lunak-R pada mata kuliah Statistika Dasar—khususnya pada materi statistik deskriptif—yang berorientasi

untuk mengasah dan mengembangkan keterampilan CT mahasiswa calon guru matematika. Penyusunan desain didaktis hipotetis yang dilakukan pada tahap analisis prospektif ini didasarkan pada *scholarly knowledge* dan HLT yang telah dikembangkan sebelumnya. Terdapat tiga parameter yang menjadi dasar dalam merancang desain didaktis, yaitu situasi pembelajaran berdasarkan teori situasi didaktis (TDS), komponen CT, dan *series of task* dalam statistik deskriptif sebagaimana tercantum pada HLT. Tiga parameter tersebut menghasilkan suatu *framework* desain didaktis hipotetis tiga dimensi berbentuk balok dengan ukuran $5 \times 4 \times 4$. Lima merupakan panjang balok, yang merepresentasikan *series of task* statistik deskriptif, yaitu pengantar statistik deskriptif, penyajian data, mencari ukuran pemusatan data, mencari ukuran penyebaran data, dan mencari ukuran letak data. Empat merupakan lebar balok, yang mencerminkan banyaknya komponen keterampilan CT, yaitu dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma. Sedangkan empat berikutnya adalah tinggi balok, yang mewakili keempat tahap situasi didaktis berdasarkan TDS, yaitu situasi aksi, situasi formulasi, situasi validasi, dan institusionalisasi. Setiap situasi didaktis dilengkapi dengan dua prediksi respons mahasiswa, yaitu mahasiswa mampu menyelesaikan masalah dan tidak mampu menyelesaikan masalah. Prediksi respons mahasiswa ini dilengkapi dengan berbagai antisipasi didaktik pedagogis. Mahasiswa yang mampu menyelesaikan masalah diberikan kesempatan untuk mengelaborasi soal serupa lainnya sedangkan pada mahasiswa yang tidak mampu menyelesaikan masalah diberikan *scaffolding* secara bertahap sesuai dengan kendala yang dihadapi.

3. Hasil implementasi desain didaktis hipotetis menunjukkan bahwa desain didaktis hipotetis yang dihasilkan mampu menjadi pijakan dalam memanfaatkan R pada Google Colab untuk mengajarkan konsep statistik deskriptif sekaligus mengasah dan mengembangkan keterampilan CT mahasiswa. Proses pembelajaran yang didasarkan pada desain didaktis hipotetis dapat berjalan dengan baik tanpa menemui kendala yang berarti. Tahapan pembelajaran berlangsung sesuai dengan TDS, yaitu mulai dari situasi aksi, situasi formulasi, situasi validasi, dan institusionalisasi. Pada situasi aksi, mahasiswa terlibat secara aktif membangun pengetahuannya terkait statistik

deskriptif dan R pada Google Colab sekaligus mengasah keterampilan CT yang dimilikinya. Pada situasi formulasi, mahasiswa terlibat secara aktif dalam mengembangkan pengetahuannya khususnya melalui penyelesaian masalah terkait statistik deskriptif dan R pada Google Colab sekaligus mengasah keterampilan CT yang dimilikinya. Pada situasi validasi, mahasiswa terlibat secara aktif mereviu sekaligus mengonstruksi pengetahuannya terkait statistik deskriptif dan R pada Google Colab sekaligus mengasah khususnya keterampilan CT yang dimilikinya. Sementara itu, pada situasi institusionalisasi mahasiswa memanfaatkan pengetahuan terkait konsep statistik deskriptif yang dimilikinya untuk menyelesaikan masalah dengan konteks berbeda yang lebih kompleks. Secara umum implementasi desain didaktis hipotetis telah memenuhi tiga komponen utama suatu desain didaktis hipotetis, yaitu kesatuan, fleksibilitas, dan koherensi.

4. Pembelajaran statistik deskriptif yang menggunakan perangkat lunak-R pada Google Colab dengan bersandar pada HLT dan desain didaktis hipotetis mampu mengasah sekaligus mengembangkan keterampilan CT mahasiswa. Pada aspek dekomposisi, mahasiswa mampu mengidentifikasi dan memecah masalah kompleks terkait statistik deskriptif menjadi masalah yang lebih sederhana. Pada aspek pengenalan pola, mahasiswa mampu menemukan pola suatu masalah kompleks terkait statistik deskriptif sekaligus menemukan pola penyelesaiannya menggunakan R pada Google Colab. Pada aspek abstraksi, mahasiswa mampu mengidentifikasi informasi penting yang dibutuhkan dalam menyelesaikan masalah tersebut sekaligus mampu mengidentifikasi informasi yang tidak penting dan dapat diabaikan. Sementara itu, pada aspek algoritma, mahasiswa mampu menyusun langkah-langkah sistematis dalam penyelesaian masalah kompleks terkait statistik deskriptif dalam bentuk *pseudocode* dan *flowchart*, serta mengaplikasikannya di R pada Google Colab.
5. Perencanaan pembelajaran yang matang dengan menyusun HLT dan desain didaktis hipotetis—pemanfaatan perangkat lunak-R pada materi statistik deskriptif untuk mengembangkan CT mahasiswa—yang disusun secara rinci dan cermat mampu mengantisipasi potensi terjadinya *learning obstacle* pada mahasiswa. Pemanfaatan perangkat lunak-R pada materi statistik deskriptif

tidak mengakibatkan terjadinya *learning obstacle* pada mahasiswa, baik yang berbentuk *ontogenic obstacle instrumental*, *ontogenic obstacle conceptual*, *ontogenic obstacle psychology*, *didactical obstacle*, maupun *empirical obstacle*. Mahasiswa mampu menguasai konsep statistik deskriptif dengan baik dan benar, yang tecermin dari kemampuan menyelesaikan masalah kompleks baru dengan konteks berbeda pada tahap institusionalisasi. Oleh karena itu, pengembangan HLT dan desain didaktis hipotetis yang tepat dapat menjadi salah satu strategi efektif untuk mengantisipasi dan meminimalkan potensi terjadinya *learning obstacle*.

6. Hasil refleksi dan evaluasi yang dilakukan pada tahap analisis retrospektif dengan membandingkan HLT dengan *learning trajectory*, menghasilkan sebuah HLT baru, yaitu HLT modifikasi. Modifikasi HLT yang dilakukan hanya terbatas pada mengubah lintasan pembelajaran mikro terkait dengan mencari ukuran pemusatan data, ukuran penyebaran data, dan ukuran letak data. Meskipun HLT pembelajaran statistik deskriptif yang memanfaatkan R di Google Colab untuk mengembangkan CT ini sudah dimodifikasi, tetapi masih ada peluang untuk memperbaiki dan menyempurnakannya kembali melalui tiga tahapan penelitian DDR berikutnya, yaitu tahap analisis prospektif, analisis metapedadidaktik, dan analisis retrospektif.
7. Hasil refleksi dan evaluasi yang dilakukan pada tahap analisis retrospektif dengan membandingkan desain didaktis hipotetis dengan hasil analisis implementasinya, menghasilkan sebuah desain didaktis baru, yaitu desain didaktis empiris. Desain didaktis empiris yang dihasilkan merupakan penyempurnaan desain didaktis hipotetis berdasarkan hasil analisis metapedadidaktik dan retrospektif. Secara keseluruhan tidak ada situasi didaktis yang menyimpang atau tidak terlaksana selama implementasi. Demikian juga dengan prediksi respons mahasiswa, menunjukkan bahwa respons yang ditunjukkan mahasiswa sesuai dengan dua prediksi yang telah dicantumkan dalam desain didaktis hipotetis. Antisipasi didaktik pedagogis yang dicantumkan pada desain didaktis hipotetis juga mampu menjadi pijakan dalam memberikan tindak lanjut terhadap respons mahasiswa. Meskipun desain didaktis empiris yang dihasilkan sudah melalui perbaikan dan penyempurnaan,

tetapi masih tetap terbuka peluang untuk perbaikan dan penyempurnaan kembali di kemudian hari melalui tiga tahapan penelitian DDR berikutnya, yaitu tahap analisis prospektif, analisis metapedadidaktik, dan analisis retrospektif.

5.2 Implikasi

Implikasi yang didasarkan pada kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. HLT dan desain didaktis hipotetis yang telah dirancang mampu memfasilitasi proses pembelajaran dan pencapaian tujuan pembelajaran, sekaligus mengantisipasi dan meminimalkan potensi terjadinya *learning obstacle* pada mahasiswa. Hal ini tampak pada tidak ditemukannya *learning obstacle* pada mahasiswa, baik yang berbentuk *ontogenic obstacle instrumental*, *ontogenic obstacle conceptual*, *ontogenic obstacle psychology*, *didactical obstacle*, maupun *empirical obstacle*.
2. Pemanfaatan perangkat lunak-R dalam pembelajaran statistik deskriptif memiliki peran penting dalam mengasah dan mengembangkan keterampilan CT mahasiswa calon guru matematika. Hal ini tecermin dari berkembangnya keterampilan dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma yang dimiliki mahasiswa selama mengikuti proses pembelajaran.
3. Temuan ini memberikan landasan untuk menyusun atau mengadaptasi kurikulum yang lebih relevan dengan mengintegrasikan metode pembelajaran yang berfokus pada CT dan penerapan statistik deskriptif dengan menggunakan perangkat lunak-R. Perluasan atau pengembangan pada kurikulum yang mempertimbangkan HLT dan desain didaktis yang sudah teruji memberikan landasan yang lebih kokoh dalam pengajaran mata kuliah Statistik Dasar.

5.3 Rekomendasi

Bersandar pada simpulan dan implikasi sebagaimana diuraikan sebelumnya, dapat dirumuskan tiga rekomendasi dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. HLT dan desain didaktis dalam penelitian ini terbukti mampu memfasilitasi proses pembelajaran sekaligus mengantisipasi dan meminimalkan terjadinya *learning obstacle*. Namun, penelitian ini hanya memfokuskan pada materi statistik deskriptif saja. Oleh karena itu, dosen, praktisi, dan para peneliti dapat

melakukan penelitian lebih lanjut dengan memperluas ruang lingkup materinya secara keseluruhan pada mata kuliah Statistika Dasar, sehingga HLT dan desain didaktis yang dihasilkan akan lebih lengkap dan komprehensif. Selain itu, penelitian serupa juga dapat dilakukan pada mata kuliah atau bidang lainnya, sehingga akan memperluas pemahaman tentang sejauh mana integrasi R dalam kurikulum dapat meningkatkan pemahaman konsep sekaligus mengasah dan mengembangkan CT pada bidang-bidang yang berbeda. Di samping itu, pimpinan perguruan tinggi juga perlu mendorong pengembangan HLT dan desain didaktis hipotetis pembelajaran serta mempertimbangkan integrasi CT pada kurikulum, terutama untuk mata kuliah Statistika Dasar.

2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan R pada pembelajaran statistik deskriptif mampu mengasah dan mengembangkan keterampilan CT mahasiswa. Namun demikian, analisis terhadap keterampilan CT mahasiswa hanya dilakukan secara deskriptif kualitatif. Oleh karena itu, dosen, praktisi, dan para peneliti dapat melakukan eksperimen untuk membandingkan perkembangan keterampilan CT antara mahasiswa yang belajar secara konvensional dengan yang menggunakan R, atau antara mahasiswa yang menggunakan R dan yang menggunakan perangkat lunak atau bahasa pemrograman lainnya. Selain itu, dosen perlu mempertimbangkan pemanfaatan perangkat lunak-R untuk mengembangkan keterampilan CT melalui mata kuliah lain, sehingga akan memperluas pemahaman tentang sejauh mana penggunaan R dapat meningkatkan pemahaman konsep dan mengembangkan keterampilan CT dalam berbagai bidang.
3. Penelitian ini hanya melibatkan responden dari salah satu perguruan tinggi negeri di Jawa Timur. Oleh karena itu, dosen, praktisi, dan para peneliti dapat melakukan penelitian lebih lanjut dengan melibatkan subjek dalam jumlah yang besar dan lebih bervariasi secara demografis, latar belakang pendidikan, dan tingkat keterampilan awal dalam matematika. Selain itu, para pimpinan perguruan tinggi perlu mendorong dan memfasilitasi para dosen dan mahasiswa untuk mengembangkan dan mengintegrasikan CT dalam pembelajaran, guna memperluas generalisasi hasil penelitian.

4. Penelitian ini dilaksanakan pada waktu yang terbatas, sekitar satu tahun, sehingga dampak perkembangan keterampilan CT yang menjadi fokus penelitian ini juga terbatas. Oleh karena itu, di masa mendatang, dosen, peneliti, dan para pemerhati pendidikan perlu melakukan penelitian jangka panjang untuk memantau dan mengevaluasi dampak jangka panjang dari penggunaan R terhadap keterampilan CT. Selain itu, penelitian jangka panjang juga perlu dilakukan untuk memberikan bukti atau bahkan menyanggah klaim bahwa keterampilan CT berperan penting terhadap keberhasilan seseorang di abad ke-21.