

## BAB VI SIMPULAN

Bab terakhir pada disertasi ini menyajikan simpulan, implikasi, dan rekomendasi dari penelitian yang telah dilakukan. Simpulan menggambarkan temuan utama yang menjawab pertanyaan penelitian, sementara implikasi menjelaskan kontribusi teoritis dan praktis yang dihasilkan. Rekomendasi penelitian bertujuan memberikan arahan untuk pengambilan keputusan dan menyarankan area penelitian lanjutan untuk pengembangan lebih lanjut.

### 6.1. Simpulan

Penelitian ini dilakukan pada siswa sekolah menengah pertama dengan fokus pada topik fungsi, khususnya fungsi linear. Berdasarkan temuan dan pembahasan yang telah diuraikan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses transposisi didaktik pada topik fungsi terdiri dari tiga tahap utama. Pertama, transposisi dari *scholarly knowledge* menjadi *knowledge to be taught*. Kajian terhadap *scholarly knowledge* disusun dalam *reference epistemological model* yang mencakup dua konsep terkait fungsi, yaitu fungsi linear dan grafik fungsi linear, yang secara umum dijelaskan dalam konsep fungsi real. Hasil transposisi ini, yang dianalisis melalui dokumen kurikulum dan buku teks matematika, menunjukkan bahwa fungsi lebih dipandang sebagai hubungan antara elemen-elemen dua himpunan, yang diperkenalkan melalui diagram panah dan pasangan terurut. Pendekatan ini kurang mendukung pemahaman fungsi linear yang memerlukan pemahaman rumus tertentu. Selain itu, grafik fungsi linear sering kali hanya disajikan sebagai garis, meskipun domainnya terbatas pada bilangan bulat. Selain itu, penyajian tugas terkait fungsi linear lebih dominan dalam konteks matematika, tanpa mengaitkan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Kedua, transposisi dari *knowledge to be taught* menjadi *taught knowledge* dikaji melalui desain pembelajaran guru, yang banyak bergantung pada buku teks sebagai sumber utama, sehingga urutan materinya mirip dengan yang ada di buku teks. Ketiga, transposisi dari *taught knowledge* menjadi *learned knowledge* dianalisis melalui hasil tes tertulis dan

wawancara siswa. Sebagai hasil dari penyajian materi dalam buku teks dan pengajaran oleh guru, pemahaman tentang fungsi yang mendominasi siswa adalah fungsi sebagai pengaitan elemen antar dua himpunan, rumus fungsi  $f(x) = ax + b$  sebagai simbol matematika saja (kurang memahami bagaimana rumus fungsi bermanfaat pada konteks nyata), serta grafik fungsi sebagai garis (tanpa memperhatikan bagaimana domain fungsi yang diberikan).

2. Kajian terhadap proses transposisi di atas mengidentifikasi berbagai *learning obstacle* yang dialami siswa dalam mengakuisisi pengetahuan terkait fungsi. Pertama, dalam memahami konsep fungsi, siswa mengalami *obstacle from didactical origin* yang disebabkan oleh penyajian materi konsep fungsi dalam desain pembelajaran guru yang lebih menekankan pada pengaitan elemen-elemen dua himpunan melalui representasi diagram panah dan pasangan terurut. Siswa juga mengalami *obstacle from epistemological origin* yang berasal dari buku teks, karena materi pengenalan konsep dalam buku teks—yang digunakan sebagai pedoman oleh guru—terbatas pada representasi diagram panah dan pasangan terurut. Kedua, dalam menentukan rumus fungsi linear, siswa mengalami *obstacle from didactical origin* yang disebabkan oleh desain pembelajaran guru yang menjelaskan konsep fungsi dalam konteks himpunan, kemudian beralih pada konsep fungsi sebagai hubungan antara variabel (*input-output*). Desain pembelajaran guru juga tidak memfasilitasi siswa untuk menerapkan rumus fungsi dalam konteks kehidupan sehari-hari. Karena desain guru mengikuti sajian materi dalam buku teks, di mana terdapat kesenjangan pengetahuan tentang penyajian konsep fungsi dan representasinya dalam bentuk rumus—serta penggunaan rumus hanya terbatas pada konteks matematika—siswa juga mengalami *obstacle from didactical origin* yang bersumber dari buku teks. Terakhir, siswa mengalami *obstacle from didactical origin* yang timbul dari penyajian materi dalam desain pembelajaran guru dan buku teks, di mana pembelajaran grafik fungsi hanya terbatas pada menggambar grafik fungsi tanpa adanya *tasks* yang mengarahkan siswa untuk memaknai grafik fungsi dalam konteks kehidupan sehari-hari.

3. Berdasarkan hasil kajian terhadap *learning obstacle* siswa, disusunlah HLT untuk meminimalisasi *obstacle* tersebut, yang terbagi menjadi HLT makro dan mikro. HLT makro menggambarkan secara umum pembelajaran topik fungsi, HLT mikro merinci alur pembelajaran dalam lima pertemuan. Pertemuan pertama fokus pada akuisisi konsep fungsi (ciri-ciri fungsi) dengan dua *tasks* yang mengarah pada pemahaman fungsi sebagai hubungan *input-output* (tidak lagi dalam konteks himpunan). Pertemuan kedua membahas fungsi linear  $f(x) = ax$ , dengan lima *tasks* mengikuti indikator kemampuan *functional thinking*, dimulai dari *recursive patterns*, kemudian *covariation*, hingga *correspondence*. Pertemuan ketiga fokus pada fungsi linear  $f(x) = ax + b$ , dengan tujuh *tasks* yang mengikuti ketiga indikator kemampuan *functional thinking*. Pertemuan keempat membahas konsep grafik fungsi linear, dengan lima tugas mulai dari domain bilangan cacah hingga bilangan real, serta hubungan antara tabel, rumus, dan grafik. Pertemuan kelima berfokus pada pemaknaan grafik fungsi dengan empat tugas, mulai dari menggambar grafik, membandingkan kemiringan, titik perpotongan, hingga posisi grafik dalam konteks kehidupan sehari-hari.
4. HLT yang telah disusun menjadi dasar dalam merancang desain didaktis hipotetik untuk topik fungsi, dengan memperhatikan kajian *functional thinking* siswa. Desain didaktis ini disusun berdasarkan tiga aspek utama: situasi didaktis dalam TDS, prediksi respons siswa, dan ADP yang dilakukan oleh guru. Terkait dengan situasi didaktis, kelima pertemuan yang dirancang memuat *series of tasks* yang akan dikerjakan siswa dalam setiap situasi—yakni aksi, formulasi, validasi, dan institusionalisasi. Setiap pertemuan, mulai dari pertama hingga kelima, mencakup satu konteks masalah dari kehidupan sehari-hari yang dijelaskan melalui *series of tasks* (contoh: pola kenaikan suhu es/air, ketinggian balon udara, dan kenaikan volume tangki air). Berdasarkan situasi didaktis yang disajikan, disusunlah prediksi respons siswa yang muncul, sebagaimana yang teridentifikasi dalam kajian *learning obstacle* mereka sebelumnya. Dari prediksi respons tersebut, disusunlah ADP yang akan diterapkan oleh guru untuk merespons respons siswa tersebut.

5. Hasil implementasi desain didaktis pada topik fungsi berfokus pada tiga aspek yang telah digunakan dalam penyusunannya. Aspek pertama adalah situasi didaktis, di mana situasi aksi pada pertemuan pertama, kedua, ketiga, dan kelima terealisasi dengan baik. Akan tetapi, situasi aksi pada pertemuan keempat memerlukan lebih banyak antisipasi dari guru. Situasi formulasi dan validasi pada setiap pertemuan juga terlaksana dengan baik. Interaksi siswa dengan *milieu*-nya, baik melalui LKPD, diskusi antar teman, maupun diskusi dengan guru, telah memfasilitasi siswa untuk mencapai akuisisi pengetahuan yang ditargetkan (konsep fungsi, fungsi linear, dan grafik fungsi linear). Pengetahuan siswa tentang fungsi juga terinternalisasi dengan baik, terbukti dari kemampuan mereka mengerjakan tugas dalam konteks yang berbeda pada situasi institusionalisasi. Aspek kedua adalah respons siswa, yang sebagian besar sesuai dengan prediksi dalam desain didaktis hipotetis. Beberapa respons yang tidak terprediksi muncul, seperti siswa mencari jawaban LKPD di buku teks tentang pengertian fungsi, serta siswa langsung menggambar garis pada grafik fungsi dengan domain bilangan cacah dan rasional. Aspek terakhir adalah ADP yang diberikan oleh guru, yang disesuaikan dengan yang telah disusun dalam desain. ADP tambahan muncul sebagai bantuan terhadap respons siswa yang tidak terprediksi dalam desain.
6. Hasil refleksi dan evaluasi terhadap desain didaktis mencakup empat aspek utama. Pertama, evaluasi terhadap situasi didaktis menunjukkan bahwa sebagian besar telah terealisasi dengan baik dalam implementasi. Akan tetapi, masih diperlukan perbaikan dalam alur berpikir siswa, terutama dalam membangun pemahaman tentang tingkat perubahan pada fungsi dan konsep grafik fungsi—perbedaan domain yang mempengaruhi representasi grafik sebagai titik-titik atau garis. Kedua, prediksi respons siswa juga perlu disesuaikan dengan perbaikan alur berpikir tersebut. Ketiga, ADP yang diberikan guru juga harus disesuaikan dengan respons siswa yang muncul. Terakhir, *learning obstacle* siswa pasca-implementasi menunjukkan bahwa sebagian besar *obstacle* tersebut berhasil diatasi. Meskipun demikian, *obstacle* dalam berpikir *reversible* (menentukan nilai  $x$  jika  $f(x)$  diketahui) masih

belum sepenuhnya teratasi, karena beberapa siswa masih menggunakan cara *trial and error* (berpikir secara *recursive*) untuk menyelesaikan tugas tersebut. Hasil refleksi dan evaluasi terhadap desain didaktis menjadi dasar dalam penyusunan HLT dan desain didaktis empiris. Terkait dengan HLT, pada bagian HLT mikro pertemuan kedua, dua *tasks* baru ditambahkan antara Task 3 (melengkapi tabel fungsi) dan Task 4 (menentukan tingkat perubahan fungsi). Kedua *tasks* ini berfokus pada kemampuan siswa dalam menentukan perubahan nilai  $f(x)$  dan perubahan nilai  $x$ . Pada HLT pertemuan keempat, satu *tasks* baru ditambahkan setelah Task 19, yaitu siswa diminta untuk mengidentifikasi perbedaan grafik fungsi dengan domain  $x$  yang berupa bilangan bulat, cacah, asli, rasional, dan bilangan real, sebelum sampai pada pengertian grafik fungsi itu sendiri. Dengan demikian, desain didaktis empiris pun disesuaikan dengan modifikasi pada HLT tersebut.

## 6.2. Implikasi

Berdasarkan simpulan yang telah dijelaskan di atas, penelitian ini berimplikasi sebagai berikut:

1. Adanya perubahan struktur pengetahuan tentang konsep fungsi, fungsi linear, dan grafik fungsi yang ditransposisikan menjadi *knowledge to be taught* dan *taught knowledge* yang berbeda dengan pengetahuan aslinya (*scholarly knowledge*), maka siswa berpotensi mengalami *learning obstacle* yang bersifat epistemik.
2. Adanya *didactical learning obstacle* yang mendominasi dan dialami oleh siswa dalam membangun pengetahuan tentang fungsi, maka ada potensi siswa mengalami masalah dalam memahami keterkaitan antar konsep dalam mempelajari fungsi.
3. Adanya HLT topik fungsi yang disusun berdasarkan pengetahuan fungsi dalam ranah keilmuannya dan menyesuaikan dengan kemampuan berpikir siswa, maka proses difusi dan akuisisi pengetahuan fungsi selama proses pembelajaran berpotensi untuk terlaksana dengan baik.

4. Adanya susunan prediksi respons siswa serta ADP dalam desain didaktis hipotetik topik fungsi, maka rangkaian situasi didaktis siswa dalam mengakuisisi pengetahuan fungsi juga berpotensi akan muncul sesuai dengan desain yang telah disiapkan.
5. Adanya respons positif antara siswa dengan *milieu*-nya yang membuat rangkaian situasi didaktis selama proses pembelajaran fungsi terealisasi dengan baik, maka hal tersebut berpotensi juga dapat mereduksi *learning obstacle* siswa dalam mengakuisisi pengetahuan fungsi.
6. Adanya kajian yang menyeluruh terhadap *scholarly knowledge* fungsi, kemampuan *functional thinking* siswa, dan *learning obstacle* siswa dalam menyusun desain didaktis topik fungsi, maka potensi desain didaktis tersebut berhasil mereduksi *learning obstacle* siswa cukup baik sehingga hanya perlu perbaikan *minor* pada desainnya.

### 6.3. Rekomendasi

Berdasarkan simpulan dan implikasi yang telah dijelaskan di atas, penelitian ini memiliki beberapa rekomendasi sebagai berikut:

1. Proses transposisi didaktik memungkinkan pengetahuan fungsi mengalami perubahan makna dari aslinya (*scholarly knowledge*). Hal ini memberikan wawasan bagi praktisi pendidikan untuk memastikan bahwa proses transposisi pengetahuan fungsi tidak menghilangkan struktur penting dari pengetahuan tersebut.
2. *Learning obstacle* umumnya berasal dari *series of task* baik buku teks maupun desain pembelajaran yang disusun oleh guru. Hal ini memberikan wawasan bahwa penting bagi pendidik untuk memperhatikan urutan *series of tasks* yang dapat mengakomodasi proses berpikir siswa.
3. Dalam praktik pendidikan, penyusunan HLT sangat penting untuk memastikan bahwa materi yang diajarkan sesuai dengan *scholarly knowledge* yang ada serta relevan dengan kebutuhan siswa.

4. Dalam praktik pendidikan, penyusunan desain didaktis tidak hanya didasari oleh hasil pemikiran peneliti sendiri, namun dipertimbangkan melalui hasil empiris proses berpikir siswa.
5. Saat pembelajaran berlangsung, menciptakan respons positif antara siswa dan *milieu*-nya dapat membuat keempat situasi didaktis (aksi, formulasi, validasi, & institusionalisasi) terealisasi dengan baik.
6. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi bahwa *functional thinking*—yang banyak dikembangkan melalui pembelajaran aljabar awal di SD—dapat juga dikembangkan melalui pembelajaran fungsi secara formal di SMP.
7. Meskipun desain didaktis yang dihasilkan pada penelitian ini secara umum berhasil mengatasi sebagian besar *learning obstacle* siswa pada topik fungsi, terdapat satu *obstacle* yang belum sepenuhnya teratasi, yakni sebagian siswa masih menggunakan cara *trial and error*—menjumlahkan secara berulang (*recursive*) untuk menentukan nilai  $x$  berdasarkan nilai  $f(x)$  yang diketahui. Ini memberikan peluang bagi penelitian lebih lanjut terkait dengan kemampuan berpikir *reversible* siswa pada topik fungsi.