

## BAB V

### SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

Penelitian ini menawarkan desain didaktis pada materi trigonometri SMA Kelas X. Desain didaktis yang dibuat mempertimbangkan hambatan belajar yang dialami oleh siswa dalam mempelajari trigonometri, konten materi trigonometri, sudut pandang guru (bagaimana materi disajikan), dan sudut pandang siswa (bagaimana prediksi respon siswa terhadap instruksi yang diberikan). Berkaitan dengan hal tersebut, rumusan pertanyaan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah deskripsi hambatan belajar yang dialami oleh siswa dalam mempelajari materi trigonometri?
2. Bagaimana desain didaktis berdasarkan analisis deskripsi hambatan belajar siswa dalam mempelajari materi trigonometri?

Dalam menjawab rumusan pertanyaan di atas, peneliti melakukan metode DDR (*Didactical Design Research*) yang terdiri dari tiga tahap yaitu analisis prospektif, analisis *metapedadidaktik*, dan analisis retrospektif. Pada bab ini akan dijelaskan simpulan, implikasi, dan rekomendasi penelitian.

#### 1.1 Simpulan

##### 1.1.1 Jawaban Rumusan Masalah yang Pertama

Berkaitan dengan pertanyaan penelitian yang pertama yaitu bagaimana deskripsi hambatan belajar yang dialami oleh siswa selama mempelajari trigonometri, peneliti menemukan bahwa terdapat dua hambatan belajar (berdasarkan *theory of didactical situation*) yaitu hambatan didaktis dan hambatan epistemologis. Secara rinci kedua hambatan tersebut dijelaskan sebagai berikut:

##### 1) Hambatan didaktis

Hambatan didaktis berkaitan dengan urutan atau tahapan penyajian kurikulum yang berdampak pada terhambatnya kesinambungan proses berpikir peserta didik. Hambatan didaktis ditemukan pada siswa dalam memahami trigonometri sebagai suatu fungsi dan memahami konsep radian (definisi dan pengukuran dalam radian). Hambatan didaktis muncul dalam materi ini dikarenakan karena alur belajar yang diterima oleh siswa tidak menjelaskan hal ini dengan baik. Konsep

trigonometri sebagai suatu fungsi tidak ditekankan baik pada proses pembelajaran maupun pada

buku teks. Pada buku teks, fungsi trigonometri disebutkan ketika siswa mempelajari grafik trigonometri. Padahal sebelum siswa mempelajari grafik fungsi, konsep fungsi harus dijelaskan terlebih dahulu (misalnya: mengapa sinus adalah fungsi). Apalagi trigonometri dapat dipandang sebagai perbandingan sisi dan sebagai fungsi. Sehingga alur bagaimana memahami dua pandangan ini menjadi penting. Demikian pula dengan radian, dalam buku teks matematika porsi mengenalkan pengukuran sudut dalam radian fokus pada bagaimana mengonversi sudut dalam radian ke derajat dan sebaliknya. Sehingga pemahaman mengenai apa itu radian tidak didapatkan siswa dengan baik.

## 2) Hambatan Epistemologis

Hambatan epistemologis berkaitan dengan keterbatasan pemahaman seseorang tentang sesuatu yang hanya dikaitkan dengan konteks tertentu sesuai pengalaman belajarnya. Hambatan epistemologis yang ditemukan dalam penelitian ini adalah pemahaman siswa dalam memandang bahwa semakin besar sudut maka akan semakin besar nilai sinusnya dan hal ini berlaku kebalikan dengan kosinus, dimana semakin besar sudut semakin kecil nilai kosinusnya. Berdasarkan hasil analisis, pemahaman ini terjadi karena siswa menganalisis dalam konteks terbatas, yaitu sudut pada kuadran I. Pemahaman siswa ini benar apabila semesta pembicaraannya adalah sudut pada kuadran I, akan tetapi apabila semesta pembicaraannya diperluas tentu pemahaman ini tidak berlaku lagi. Dalam hal ini, memahami nilai trigonometri terbatas pada kuadran I menjadi hambatan epistemologis bagi siswa.

Hambatan epistemologis lain yang ditemukan adalah pemahaman siswa bahwa terdapat dua nilai  $\pi$ , yaitu 3,14 dan 180. Siswa memiliki pemahaman bahwa apabila semesta pembicaraannya adalah lingkaran (contoh: menentukan luas atau keliling lingkaran) maka nilai  $\pi$  adalah 3,14. Di sisi lain apabila semesta pembicaraannya adalah trigonometri (contoh:  $\sin \pi$ ) maka nilai  $\pi$  adalah 180. Pemahaman siswa ini disebabkan karena konsep radian yang tidak dikuasai dengan baik. Siswa mengetahui bahwa  $1\pi$  radian =  $180^\circ$ , sehingga siswa menyimpulkan bahwa  $\pi = 180$ . Pemahaman ini didukung dengan bagaimana siswa mengonversi sudut dari radian ke derajat dan sebaliknya, sehingga membuat siswa semakin meyakini bahwa terdapat dua nilai  $\pi$ . Sehingga dalam hal ini,

kurangnya pemahaman terhadap konsep radian menjadi hambatan epistemologis dalam memahami nilai  $\pi$ .

### 1.1.2 Jawaban Rumusan Masalah yang Kedua

Berkaitan dengan rumusan pertanyaan yang kedua, yaitu bagaimana desain didaktis berdasarkan analisis deskripsi hambatan belajar siswa dalam mempelajari materi trigonometri, peneliti mengajukan dalam enam desain didaktis. Secara keseluruhan keenam desain pembelajaran yang dirancang akan menjawab hambatan didaktis siswa mengenai fungsi trigonometri. Desain pembelajaran yang kedua akan menjawab hambatan didaktis dan hambatan epistemologis siswa mengenai konsep radian dan nilai  $\pi$ . Desain pembelajaran ketiga dan keempat akan menjawab hambatan epistemologis siswa mengenai hubungan besar sudut dengan nilai sinus atau kosinusnya. Adapun rincian bagaimana desain didaktis dan pelaksanaannya sebagai berikut:

#### 1) Desain didaktis 1

Tujuan dari desain didaktis pertama ini adalah mengaitkan definisi trigonometri sebagai perbandingan sisi segitiga ke lingkaran satuan dan menganalisis nilai positif dan negatif sinus, kosinus dan tangen pada setiap kuadran. Untuk mencapai tujuan pembelajaran pertama, siswa mengkonstruksi konsep lingkaran satuan dari segitiga siku-siku. Baik pada desain sebelum revisi dan setelah revisi, keduanya dapat mencapai tujuan pembelajaran ini. Pada desain didaktis sebelum revisi siswa mengalami kesulitan dalam mengkonstruksi konsep lingkaran satuan dari segitiga siku-siku dengan panjang hipotenusa 1 cm. Kesulitan ini tidak ditemukan pada desain didaktis setelah revisi, yaitu ketika peneliti mengganti ukuran hipotenusa menjadi lebih panjang. Di sisi lain, kesulitan yang dialami oleh siswa dalam mengkonstruksi konsep lingkaran satuan dari segitiga siku-siku dengan panjang hipotenusa 1 cm justru membuat siswa mengetahui konsep lingkaran satuan lebih awal jika dibandingkan dengan siswa yang mengkonstruksi konsep lingkaran satuan dari segitiga siku-siku dengan panjang hipotenusa lebih dari 1 cm. Untuk mencapai tujuan pembelajaran kedua, peneliti meminta siswa menganalisis definisi trigonometri berdasarkan koordinat kartesius. Desain yang dibuat mampu mengantarkan siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran.

## 2) Desain didaktis 2

Tujuan dari desain didaktis kedua adalah memahami konsep radian, melakukan pengukuran sudut dengan menggunakan radian, dan menganalisis hubungan radian dan derajat. Untuk mencapai tujuan pembelajaran ini, dilakukan konstruksi terhadap sudut pusat lingkaran dari berbagai lingkaran dengan panjang jari-jari berbeda. Siswa menganalisis bagaimana hubungan antara panjang busur dan jari-jari lingkaran untuk mengetahui konsep radian dan pengukuran dalam radian. Peneliti melakukan revisi desain karena aktivitas dalam mencari banyaknya sudut dalam radian dalam sudut satu putaran tidak terlaksana dengan optimal, yaitu siswa belum dapat mencapai kesimpulan akhir bahwa dalam satu putaran penuh terdapat lebih dari enam radian. Setelah desain direvisi dan diimplentasikan kembali, siswa dapat menentukan banyaknya sudut dalam radian dalam sudut satu putaran. Untuk mencapai tujuan pembelajaran yang kedua, peneliti memanfaatkan konsep radian dan Lembar Kerja Siswa sehingga siswa mampu mengetahui hubungan radian dan derajat secara mandiri. Lembar Kerja Siswa yang terstruktur membuat siswa menemukan hubungan ini.

## 3) Desain didaktis 3

Tujuan dari desain didaktis ketiga adalah menjelaskan fungsi trigonometri (fungsi sinus dan kosinus); menentukan domain, kodomain, dan range dari fungsi sinus dan kosinus; dan menggambar dan menganalisa grafik fungsi sinus. Untuk mencapai ketiga tujuan tersebut peneliti menggunakan pendekatan lingkaran satuan. Pada desain sebelum revisi, terdapat kendala dalam menjelaskan trigonometri sebagai suatu fungsi. Kendala ini terjadi karena penjelasan yang dilakukan peneliti terlalu abstrak. Sehingga pada desain setelah revisi, peneliti menggunakan penjelasan yang konkrit. Untuk mencapai tujuan pembelajaran kedua, siswa menganalisis berdasarkan Lembar Kerja Siswa yang diberikan. Untuk mencapai tujuan pembelajaran kedua, peneliti menggunakan representasi sinus pada lingkaran satuan. Melalui lingkaran satuan, proses membuat grafik tidak terpaku pada sudut istimewa, akan tetapi siswa dapat mengeksplorasi sudut berapapun.

## 4) Desain didaktis 4

Tujuan dari desain didaktis keempat adalah menggambar grafik fungsi kosinus dan menganalisisnya; dan mengerjakan latihan soal terkait fungsi sinus dan kosinus. Untuk mencapai tujuan pembelajaran tersebut, peneliti menggunakan pendekatan lingkaran satuan. Dalam desain ini siswa tidak mengalami kesulitan dalam menggambar grafik kosinus karena terdapat kemiripan dengan proses menggambar grafik fungsi sinus. Hal ini mengindikasikan bahwa proses menggambar grafik sinus sangat melekat pada siswa. Demikian halnya dalam proses menganalisis grafik kosinus, karena hal-hal yang dianalisis pada grafik fungsi kosinus serupa dengan hal-hal yang dianalisis pada grafik fungsi sinus, siswa tidak menemui kesulitan.

#### 5) Desain didaktis 5

Tujuan dari desain didaktis kelima adalah memahami hubungan  $\sin(-x) = -\sin(x)$  dan  $\cos(-x) = \cos x$  berdasarkan grafik dan memahami nilai sinus dan kosinus pada sudut yang berelasi melalui analisis grafik trigonometri. Untuk mencapai tujuan pembelajaran tersebut siswa menggunakan aplikasi *Desmos* (aplikasi pengolah grafik). Pendekatan grafik dipilih karena siswa telah mengetahui representasi grafik fungsi sinus dan fungsi kosinus serta telah menganalisisnya. Sehingga dalam hal ini, siswa tidak asing dengan representasi grafik. Sedangkan penggunaan teknologi (aplikasi *Desmos*) digunakan untuk mempermudah dalam menganalisis dan mengeksplorasi berbagai representasi grafik. Pada proses pembelajaran tidak ditemukan ada kesulitan. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran berlangsung optimal. Akan tetapi dalam implementasi ke dalam soal latihan ditemukan adanya kesulitan. Kesulitan yang ditemukan dikarenakan karena kurang variasi soal yang diberikan oleh peneliti.

#### 6) Desain didaktis 6

Tujuan dari desain didaktis kelima adalah membuat grafik tangen berdasarkan lingkaran satuan, dan menganalisis grafik tangen. Untuk mencapai tujuan pembelajaran tersebut peneliti menggunakan pendekatan lingkaran satuan. Berbeda dengan grafik fungsi sinus dan grafik fungsi kosinus dimana representasi nilai sinus dan nilai kosinus dapat dengan mudah ditentukan pada lingkaran satuan, dalam menentukan nilai tangen perlu dilakukan konstruksi untuk

menentukan representasi nilai tangen pada lingkaran satuan. Dalam melakukan konstruksi ini peneliti menggunakan konsep kesebangunan pada segitiga sehingga diperoleh representasi nilai tangen pada lingkaran satuan. Hasil analisis retrospektif menunjukkan bahwa perlu adanya revisi pada desain pembelajaran ini. Revisi yang dilakukan yaitu dengan melakukan variasi contoh yang diberikan kepada siswa mengenai bagaimana cara menggambar tangen. Pada desain sebelum revisi, peneliti tidak memberikan contoh yang bervariasi. Hal ini membuat siswa kesulitan dalam menentukan nilai tangen pada sudut yang lain (contoh: kuadran II, III, dan IV).

Secara keseluruhan baik pada implementasi desain sebelum dan setelah revisi telah mencapai tujuan pembelajaran yang ditetapkan. Dalam implementasi desain didaktis, terjadi situasi yang telah diprediksi oleh peneliti dan terdapat situasi yang tidak diprediksi oleh peneliti. Beberapa contoh situasi yang diprediksi peneliti adalah sebagai berikut:

- 1) Desain didaktis pertama, siswa kesulitan dalam menyusun segitiga
- 2) Desain didaktis kedua, hasil pengukuran panjang busur lingkaran yang dilakukan siswa berbeda-beda antara siswa yang satu dan siswa yang lain.
- 3) Desain didaktis ketiga, Siswa mampu menentukan representasi sinus dan kosinus pada lingkaran satuan.
- 4) Desain didaktis keempat, siswa mengetahui kapan fungsi kosinus naik/turun
- 5) Desain didaktis kelima, siswa dapat melengkapi grafik trigonometri yang diberikan dengan baik.
- 6) Desain didaktis keenam, siswa benar dalam menyebutkan/menuliskan perbandingan antar sisi segitiga yang sebangun.

Sedangkan hal-hal yang berada di luar prediksi peneliti sebagai contoh pada desain didaktis 1 di mana siswa lupa bagaimana menentukan koordinat titik pada bidang kartesius

### **1.1.3 Temuan Lainnya**

Selain hal yang terkait dengan trigonometri, temuan lain di luar topik trigonometri juga ditemukan oleh peneliti selama menganalisis proses

pembelajaran. Beberapa hal yang menjadi perhatian peneliti selama proses pembelajaran, diantaranya adalah:

1) Pecahan.

Pecahan menjadi tantangan tersendiri bagi siswa, sehingga menyajikan sudut dalam pecahan menjadi kesulitan tersendiri bagi siswa. Topik ini muncul saat siswa mulai mempelajari sudut dalam radian di mana pada umumnya sudut dalam radian disajikan dalam bentuk pecahan (contoh:  $\frac{1}{2}\pi$  radian,  $\frac{3}{4}\pi$  radian ).

2) Bilangan real

Bilangan real sering muncul dalam matematika. Namun bilangan real sendiri tidak diperkenalkan secara formal kepada siswa. Sehingga istilah bilangan real adalah istilah yang asing bagi siswa.

3) Materi Prasyarat

Materi prasyarat merupakan hal yang krusial dalam kesuksesan pembelajaran. Karena siswa masih kesulitan dalam menentukan koordinat titik pada bidang kartesius membuat siswa kesulitan dalam menentukan nilai sinus dan kosinus. Di sisi lain, kuatnya materi prasyarat dalam menggambar grafik sinus membuat siswa mudah dalam menggambar dan menganalisis grafik kosinus.

4) Pembagian anggota kelompok

Pembelajaran yang melibatkan aktivitas kelompok perlu memperhatikan bagaimana anggota kelompok dibentuk. Berdasarkan hasil penelitian terhadap perbedaan respon siswa dalam menanggapi pembagian kelompok. Kurangnya aktivitas kelompok terjadi pada kelompok yang anggotanya dipilih langsung oleh peneliti. Di sisi lain, aktivitas kelompok berjalan lebih kondusif pada kelompok yang anggotanya dipilih langsung oleh siswa sendiri. Pada kelas dimana siswa memilih anggota kelompok sendiri, kerja sama dan interaksi antar siswa lebih terlihat sehingga setiap siswa memiliki kesempatan yang sama untuk mengeksplorasi tugas yang diberikan. Namun demikian, temuan ini memerlukan penelitian lebih lanjut

5) Hal-hal teknis terkait dengan kesiapan alat menjadi faktor penting dalam pembelajaran agar berlangsung optimal.

## 1.2 Implikasi

### 1.2.1 Implikasi Teoritis

Implikasi teoritis dari penelitian ini diantaranya adalah situasi didaktis di kelas mempengaruhi bagaimana siswa memandang konten matematika yang termuat dalam situasi didaktis tersebut. Di sisi lain, topik matematika saling bergantung pada topik yang lain mengakibatkan penguasaan topik tertentu akan mempengaruhi topik yang lain. Hal ini mengakibatkan bahwa situasi didaktis yang optimal tidak hanya mampu mengantarkan siswa pada satu topik akan tetapi mampu mengantarkan siswa untuk mempelajari topik selanjutnya secara optimal pula.

Guru/peneliti matematika merupakan pencipta dari situasi didaktis yang dilaksanakan di kelas. Kondisi lingkungan pembelajaran di desain sedemikian rupa sehingga proses belajar dapat terjadi sehingga siswa dapat memperoleh pengetahuan yang diharapkan. Pengetahuan yang didapatkan siswa di kelas tidak hanya siswa dapatkan dari situasi yang tercipta akan tetapi juga dari informasi yang disampaikan secara langsung oleh guru/peneliti matematika. Sehingga dalam hal ini, selain merancang desain dan mengkondisikan situasi pembelajaran yang akan terjadi, kemampuan mengkomunikasikan konten matematika kepada siswa menjadi hal yang penting.

Proses pembelajaran berlangsung dinamis. Apa yang disampaikan di kelas akan berpengaruh pada pemahaman siswa selanjutnya begitu pula dengan tugas-tugas yang diberikan kepada siswa. Kesalahan yang siswa lakukan bisa jadi bukan karena siswa itu sendiri namun karena proses pembelajaran yang berlangsung tidak memberikan kesempatan kepada siswa untuk memperoleh pengetahuan matematika sebagaimana seharusnya.

### 1.2.2 Implikasi Praktis

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah bahwa desain yang telah diimplementasikan oleh peneliti bisa menjadi bahan masukan bagi guru maupun peneliti lain untuk mengimplementasikannya kembali di pembelajaran matematika.

Penelitian ini juga berimplikasi pada penelitian mengenai alur belajar matematika, misalnya bagaimana sajian topik materi diberikan dan bagaimana urutan dan

keterkaitan antar topik sehingga didapatkan alur belajar yang kerkesinambungan. Penerapan teknologi dalam salah satu desain pembelajaran juga berkontribusi dalam menyumbangkan hasil-hasil terbaru mengenai topik integrasi teknologi dalam pendidikan matematika.

### 1.3 Rekomendasi

Situasi didaktis merupakan situasi yang kompleks di mana keterlibatan setiap siswa yang memiliki tingkat pengetahuan yang berbeda sangat memungkinkan memunculkan situasi yang tidak terduga. Di sisi lain, pemahaman guru terhadap konten materi tidak lantas menjamin tidak ada lagi hambatan belajar yang akan muncul. Berkaitan dengan hal ini, penyempurnaan proses pembelajaran termasuk di dalamnya bagaimana desain pembelajaran diimplementasikan tentu perlu diperbaiki terus menerus untuk memfasilitasi hambatan yang dialami oleh siswa. Beberapa rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- 1) Konsep radian tidak hanya ditemukan pada bidang matematika akan tetapi terdapat juga pada bidang fisika. Penelitian konsep radian dalam bidang fisika menjadi rekomendasi menarik untuk diteliti
- 2) Analisis hambatan belajar setelah implementasi desain pembelajaran menjadi rekomendasi untuk penelitian selanjutnya untuk melihat kemungkinan adanya hambatan belajar yang muncul dalam impementasi desain.
- 3) Longitudinal studi terkait implikasi pemahaman trigonometri siswa (yang menggunakan desain yang telah disusun dalam penelitian ini) terhadap pemahamannya pada kalkulus perlu untuk diteliti.

