

## BAB V

### SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

#### 5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bagian sebelumnya, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini:

##### 5.1.1. Fenomena transposisi didaktis materi himpunan dari *scholarly knowledge* ke *knowledge to be taught*

Keputusan dalam Kurikulum Merdeka untuk tidak mengajarkan materi himpunan secara eksplisit dalam pembelajaran matematika di sekolah memerlukan peninjauan ulang yang mendalam. Meskipun Kurikulum Merdeka memberikan kebebasan kepada guru untuk mengatur, menyusun, menambahkan, atau menghilangkan materi sesuai dengan kebutuhan dalam mencapai capaian pembelajaran yang diinginkan, fakta menunjukkan bahwa banyak guru hanya fokus pada materi yang tercantum dalam capaian pembelajaran resmi. Himpunan merupakan salah satu fondasi penting bagi semua bidang dalam matematika, dan pemahaman yang kuat tentang konsep himpunan membantu peserta didik membangun pemahaman yang lebih dalam terhadap topik-topik matematika yang lebih kompleks di kemudian hari. Pada akhirnya, hampir semua konsep dan konstruksi matematika dapat diturunkan kembali ke teori himpunan.

*Scholarly knowledge* yang bersifat *apriori* diharapkan dapat dijangkau oleh peserta didik pada level pembelajaran di kelas (pengetahuan yang bersifat *a posteriori*) melalui kegiatan transposisi. Ini menekankan sebuah keyakinan bahwa pengetahuan matematika yang ada dalam kurikulum pun harus bersifat *a posteriori*. Ada perbedaan pemahaman dan penerapan himpunan dalam pengetahuan ilmiah dan dalam kurikulum pengajaran matematika. Sementara pemahaman ilmiah tentang teori himpunan menekankan pentingnya hukum yang mengatur unsur-unsur himpunan, pengajaran himpunan dalam kurikulum berfokus pada kemampuan untuk memecahkan masalah kontekstual yang berkaitan dengan himpunan dan operasinya.

Penelitian ini mengungkapkan sejumlah masalah yang muncul saat materi himpunan versi *scholarly knowledge* ditransposisi ke matematika sekolah. Kasus yang terjadi yaitu adanya distorsi yang dialami oleh pengetahuan ilmiah tersebut,

yang menurut konsep transposisi didaktis, tidak dipandang untuk bisa dipelajari oleh peserta didik di level sekolah dalam sistem didaktik dikarenakan kompleksitasnya. Sehingga, pengetahuan ilmiah tersebut tidak akan dapat ditransposisikan, dan ketika tetap dilakukan maka prosesnya membawa perubahan yang signifikan, yang bahkan membuat denaturasi pengetahuan ilmiah tersebut. Konsep-konsep yang dimaksud yaitu penegasan tentang konsep himpunan yang *undefined*, ketidaktepatan dalam penjelasan makna *well defined*, ketidakutuhan penjelasan mengenai makna himpunan sebagai sebuah koleksi, ketidakmampuan menjelaskan himpunan kosong dan himpunan dengan elemen tunggal sebagai sebuah himpunan, ketidaksesuaian notasi pembentuk himpunan yang digunakan, kesalahan dalam menafsirkan kardinalitas dari himpunan tak hingga, penyajian himpunan yang kurang sesuai, ketidaktepatan dalam penggunaan notasi titik tiga "...", dan pemilihan notasi yang tidak disesuaikan dengan standar yang telah ditetapkan. Semua ketidaksesuaian semacam ini berpotensi menjadi pemicu peserta didik mengalami *learning obstacle* yang berujung pada terjadinya pembentukan pemahaman yang tidak tepat.

### **5.1.2. Fenomena transposisi didaktik materi himpunan dari *knowledge to be taught* ke *taught knowledge***

Fenomena transposisi internal dari *knowledge to be taught* ke *taught knowledge*, yang dapat dianggap setara dengan kegiatan seorang pendidik dalam menyusun desain didaktis, merupakan fokus utama bagian ini. Proses merancang desain didaktis oleh seorang pendidik, khususnya guru, menjadi krusial dalam memastikan efektivitas pembelajaran. Namun, kesimpulan dari penelitian ini mengungkapkan bahwa para guru sering kali tidak familiar dengan istilah "desain didaktis". Ketidaktahuan ini sering kali dipengaruhi oleh budaya pendidikan Indonesia yang cenderung lebih menekankan aspek pedagogis daripada aspek didaktis. Dalam budaya pendidikan tersebut, fokus utama sering kali diberikan pada bagaimana menyampaikan materi dengan cara yang menarik dan interaktif, tanpa memperhatikan secara mendalam struktur dan rancangan pembelajaran yang didasarkan pada prinsip-prinsip didaktis yang kuat. Akibatnya, aspek materi dan pemahaman tentang bagaimana menyusun desain didaktis yang efektif sering kali dikesampingkan. Para guru lebih condong untuk fokus pada bagaimana

memberikan materi secara menyenangkan daripada memperhatikan apakah materi tersebut disajikan secara sistematis dan epistemik sesuai dengan prinsip-prinsip ilmiah.

Temuan berikutnya menyoroti peran sentral buku teks sebagai sumber rujukan utama bagi guru-guru dan panduan utama dalam menyampaikan materi kepada peserta didik. Guru-guru sering kali mengandalkan buku teks sebagai pedoman utama dalam menyusun materi dan merancang rencana pembelajaran. Hal ini menunjukkan betapa signifikannya peran buku teks dalam membentuk metode pengajaran dan kurikulum di lingkungan sekolah. Namun, temuan selanjutnya mengungkapkan bahwa guru-guru sering memiliki sikap skeptis terhadap konteks buku teks yang tersedia. Mereka lebih cenderung kredulis dalam mengadaptasi pengetahuan untuk disampaikan kepada peserta didik. Meskipun terdapat kesamaan konsep dalam berbagai buku teks, guru-guru perlu bersikap skeptis dan melakukan pemeriksaan yang lebih mendalam terhadap kesesuaian konsep dengan pengetahuan ilmiah.

Sikap skeptis ini menjadi penting untuk memastikan bahwa pemahaman peserta didik tidak terganggu oleh konsep yang tidak akurat. Meskipun ada konsistensi konsep antar buku teks, penggunaan kritis dan evaluasi ulang terhadap konten buku teks sangat penting. Guru perlu memastikan bahwa materi yang disampaikan berdasarkan pada pengetahuan yang tepat dan ilmiah. Adanya potensi penyimpangan pengetahuan dari proses adaptasi dalam transposisi didaktis dapat mengakibatkan representasi pengetahuan yang diajarkan menjadi tidak akurat atau tidak lengkap. Oleh karena itu, guru harus mempertimbangkan dengan cermat setiap penyesuaian yang mereka lakukan terhadap materi buku teks, sehingga memastikan bahwa pemahaman yang disampaikan kepada peserta didik tetap sesuai dengan standar pengetahuan yang diakui secara ilmiah.

### **5.1.3. Jenis *learning obstacle* yang di alami peserta didik akibat desain didaktik yang sudah ada**

Setelah menganalisis data dan mendiskusikan hasilnya, penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat *learning obstacle* yang dialami peserta didik pada materi himpunan. Kendala tersebut meliputi faktor ontogenik, didaktis, dan epistemologis.

#### 5.1.3.1. *Ontogenic obstacle*

Selain rendahnya minat belajar siswa terhadap matematika, ketidakpahaman siswa terhadap pentingnya materi himpunan dalam matematika menjadi sebab terjadinya *ontogenic obstacle* yang bersifat psikologis, hal ini tentunya dapat berdampak negatif pada keseluruhan pengalaman belajar dan keberhasilan akademik mereka. Selain itu, ketidaksiapan siswa terhadap hal-hal penting dalam materi himpunan (seperti makna himpunan) menjadi penyebab siswa mengalami *ontogenic obstacle* yang bersifat instrumental ketika mempelajari topik-topik berikutnya (seperti keanggotaan himpunan, himpunan hingga dan tak hingga, serta kesamaan dua himpunan). Berikutnya adalah ketika siswa belum benar-benar mengetahui makna konsep himpunan yang sebenarnya dalam bentuk definisi formal dan adanya pembahasan-pembahasan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah, maka *ontogenic obstacle* yang bersifat konseptual eksis dalam diri siswa.

#### 5.1.3.2. *Didactical obstacle*

Materi yang disajikan dengan cara yang tidak kondusif untuk pembelajaran himpunan (misalnya, urutan materi yang tidak terstruktur menjadikan siswa menolak himpunan yang anggotanya tunggal dan himpunan kosong, dominasi contoh soal dan tugas yang sejenis menjadi sebab siswa menolak elemen dengan karakteristik berbeda ( $\{1,2,3, a, b, c\}$  sebagai himpunan ) dan penyampaian yang terlalu dikontekstualkan menjadi penyebab utama terjadinya *didactical obstacle*. Selain itu, tidak utuhnya pengetahuan yang dimiliki guru terhadap beberapa topik menjadi hal yang krusial untuk ditindaklanjuti, karena hal ini dapat menjadi cikal bakal terjadinya *didactical obstacle* yang diwariskan turun temurun dan bersifat permanen.

#### 5.1.3.3. *Epistemological obstacle*

*Epistemological obstacle* dalam konsep himpunan muncul ketika siswa tidak sepenuhnya memahami makna himpunan secara utuh. Siswa tidak memiliki dasar yang kuat dalam memahami makna himpunan, sehingga terjadilah miskonsepsi pada konstruksi pengetahuan yang lebih maju termasuk dalam memahami notasi keanggotaan, himpunan hingga dan tak hingga, serta kesamaan dua himpunan. Selain itu, bentuk lain dari *epistemological obstacle* pada konsep fungsi ini yaitu

ketidakmampuan siswa dalam penyelesaian permasalahan non-rutin yang membutuhkan tingkat kognitif lebih tinggi dari tugas-tugas biasanya.

#### **5.1.4. Pemahaman CPP tentang materi himpunan**

Dari hasil analisis yang dilakukan, terlihat bahwa pemahaman CPP terhadap materi himpunan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan pemahaman yang dimiliki oleh peserta didik. Meskipun CPP telah menjalani pendidikan di berbagai institusi tingkat lebih tinggi, temuan menunjukkan bahwa pemahaman yang mereka aplikasikan dalam menyelesaikan asesmen diagnostik lebih banyak bersumber dari pengalaman belajar di sekolah ketika mempelajari materi himpunan. Temuan ini memberikan indikasi bahwa pemahaman konsep himpunan oleh CPP tidak secara khusus diperdalam atau diperoleh melalui konteks pembelajaran tingkat tinggi. Sebaliknya, pemahaman yang diterapkan cenderung masih bersumber dari fondasi pembelajaran di tingkat dasar hingga menengah. Hal ini menyoroti pentingnya pengembangan pemahaman konsep yang lebih mendalam dan kontekstual dalam konteks pendidikan tinggi, serta perlunya peran aktif institusi pendidikan dalam memperkuat pemahaman konsep yang lebih tinggi dan kompleks.

Lebih lanjut, temuan ini menyoroti bahwa ketidaksesuaian pemahaman yang terjadi dapat bersifat permanen dan berpotensi memiliki dampak pada pemahaman materi-materi lain yang melibatkan pengetahuan tentang himpunan. Fenomena ini menegaskan bahwa kesalahan atau ketidaksesuaian dalam pemahaman konsep himpunan dapat membawa dampak yang luas pada pemahaman konsep matematika yang lebih kompleks di masa depan. Hal ini menggarisbawahi pentingnya memperbaiki pemahaman konsep yang kurang tepat atau tidak akurat sejak dini, karena kesalahan tersebut dapat mengakibatkan konsekuensi yang signifikan dalam pemahaman matematika selanjutnya. Fenomena ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang kompleksitas interaksi antara desain didaktis yang kurang memadai dan efek domino yang mungkin terjadi dalam pembelajaran matematika. Dampak desain didaktik yang tidak tepat terhadap pembelajaran menjadi perhatian yang signifikan bagi pengembangan kurikulum dan pendekatan pembelajaran yang lebih efektif. Oleh karena itu, peningkatan kualitas desain didaktis dan penekanan

pada pemahaman konsep yang akurat menjadi esensial dalam meningkatkan kualitas pendidikan matematika.

#### **5.1.5. Kemampuan CPP dalam menyusun modul/RPP**

Hasil analisis terhadap aspek tujuan/indikator capaian pembelajaran menunjukkan beberapa temuan penting. Pertama, kemampuan para CPP dalam merumuskan tujuan atau indikator pencapaian ranah sikap masih perlu ditingkatkan. Meskipun mereka mampu menyusun rumusan yang mencakup aspek-aspek seperti keimanan dan akhlak mulia, namun rumusan tersebut sering kali tidak relevan dengan isi pembelajaran yang seharusnya disampaikan, tidak memperhatikan tingkat perkembangan sikap peserta didik, dan sulit diukur secara konkret. Kedua, meskipun para CPP telah memasukkan level berpikir tingkat menengah dalam rumusan tujuan pengetahuan, namun masih terdapat kekurangan dalam mencapai level bernalar kritis dan kreatif, serta beberapa rumusan sulit diukur. Ketiga, kemampuan dalam merumuskan tujuan keterampilan sudah cukup baik, dengan integritas nilai-nilai kebhinekaan global yang jelas dan kemampuan untuk diukur secara objektif. Terakhir, para CPP telah menunjukkan kemampuan yang baik dalam merumuskan tujuan pembelajaran yang adaptif, mempertimbangkan karakteristik siswa dengan baik. Meskipun terdapat beberapa kekurangan, upaya perbaikan dan peningkatan kualitas dalam merumuskan tujuan pembelajaran menjadi sangat penting untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran secara keseluruhan.

Analisis terhadap aspek pengetahuan konten pembelajaran dan cara mengajarkannya menghasilkan beberapa temuan penting. Pertama, dalam hal memahami dan mengimplementasikan struktur dan alur pengetahuan dari suatu bidang keilmuan, CPP mampu mempresentasikan materi himpunan dengan mengikuti alur pengetahuan yang relevan dan logis, meskipun masih ada kebutuhan untuk menjelaskan materi lebih terperinci. Namun, aktivitas pembelajaran yang disajikan kurang mendukung pembentukan pemahaman siswa terhadap struktur dan alur pengetahuan dalam materi himpunan. Kedua, CPP mampu menyusun tujuan pembelajaran yang konkret dan bermakna dengan menggunakan pengetahuan konten yang relevan. Namun, masih ada ruang untuk peningkatan dalam menyusun *lesson plan* atau modul ajar agar lebih efektif dalam memberikan pengetahuan yang

relevan. Terakhir, CPP mampu mengorganisasi pengetahuan konten secara terintegrasi, meskipun masih ada kekurangan dalam menyusun urutan pembelajaran yang jelas dan menjelaskan kontribusi setiap konsep terhadap tujuan pembelajaran secara lebih rinci. Dengan demikian, meskipun CPP telah menunjukkan kemampuan dalam mengorganisasi pengetahuan konten yang relevan, masih ada ruang untuk perbaikan terutama dalam menyusun urutan pembelajaran yang jelas dan menjelaskan kontribusi setiap konsep terhadap tujuan pembelajaran secara lebih rinci.

Analisis terhadap aspek kurikulum dan cara mengajarkannya mengungkap beberapa temuan penting. Pertama, terdapat kecenderungan pada CPP untuk masih terpusat pada pengajaran yang berorientasi pada materi atau guru, tanpa memperhatikan secara mendalam kebutuhan dan minat individual siswa. Selanjutnya, dalam evaluasi pembelajaran, meskipun terdapat upaya untuk menilai input, proses, dan hasil pembelajaran, masih terdapat kekurangan dalam penggunaan instrumen yang tepat untuk mengukur pencapaian kompetensi atau tujuan pembelajaran dengan akurat. Selain itu, kurangnya pengaturan evaluasi lingkungan belajar yang mempengaruhi proses dan hasil pembelajaran bersama peserta didik juga menjadi tantangan.

Kedua, dalam hal penggunaan strategi pembelajaran, meskipun telah mempertimbangkan karakteristik peserta didik, tujuan pembelajaran, dan materi ajar, masih diperlukan peningkatan dalam variasi dan efektivitas strategi yang digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang lebih optimal. Namun, upaya dalam menggunakan model atau strategi pembelajaran dan sumber belajar yang sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni terkini telah dilakukan, meskipun belum semuanya tercakup dengan baik dalam rancangan pembelajaran. Terakhir, *lesson plan* atau modul ajar telah menggunakan strategi pembelajaran yang lebih efektif untuk mencapai belajar literasi dan numerasi peserta didik, menunjukkan kesadaran akan pentingnya keterampilan ini dalam pembelajaran. Dengan demikian, meskipun telah ada upaya dalam menerapkan strategi pembelajaran yang efektif, masih ada ruang untuk perbaikan terutama dalam memperhatikan kebutuhan individual siswa dan mengevaluasi pembelajaran secara menyeluruh.

### 5.1.6. Bentuk objek yang ditransposisikan ke peserta didik dalam fenomena transposisi didaktis

Pengetahuan dalam konteks pembelajaran matematika dapat dibedakan menjadi dua jenis utama: pengetahuan proposisional (*know-that*) dan *ability* (*know-how*). Pengetahuan proposisional berkaitan dengan pemahaman konseptual, aturan, dan teorema dalam matematika, serta kemampuan untuk memahami pembuktian, masalah, dan solusi. Pengetahuan ini membutuhkan pemahaman yang mendalam dan pembenaran yang jelas. Di sisi lain, kemampuan atau *ability knowledge* berfokus pada penerapan konsep matematika dalam pemecahan masalah dan situasi praktis. Dalam konteks pengajaran matematika, sering kali guru cenderung mengedepankan pendekatan yang menekankan kemampuan atau *ability knowledge*, seperti memfokuskan pada penerapan rumus dan teknik perhitungan, tanpa memberikan pemahaman yang cukup mendalam terhadap konsep-konsep dasar. Namun, untuk memastikan efektivitas pembelajaran, penting bagi guru untuk memahami bahwa matematika sebenarnya adalah pengetahuan proposisional yang memerlukan pemahaman konseptual yang kuat. Dengan memposisikan matematika sebagai pengetahuan proposisional, guru dapat memastikan bahwa pembelajaran tidak hanya berfokus pada penerapan mekanis rumus dan teknik, tetapi juga pada pemahaman yang mendalam terhadap konsep-konsep matematika dan pemecahan masalah yang kontekstual. Sehingga, guru perlu memahami syarat mendasar agar suatu informasi dapat dikatakan sebagai pengetahuan, sehingga pembelajaran dapat berlangsung secara lebih efektif dan menyeluruh.

Dalam eksplorasi konsep himpunan, peserta didik menunjukkan beberapa keyakinan yang sejalan dengan pandangan guru yang dianggap sebagai proposisional *knowledge*, di antaranya: 1) Himpunan merupakan kumpulan objek-objek yang terdefinisi dengan baik; 2) Makna “kumpulan” tidak terbatas pada jumlah elemen; 3) Makna “terdefinisi dengan baik” merujuk pada adanya karakteristik yang harus bisa diidentifikasi secara kolektif untuk mendefinisikan elemen dalam suatu himpunan; 4) Hanya himpunan hingga yang memiliki kardinalitas; 5) Himpunan tak hingga cukup dinotasikan dengan titik tiga “...”; 6) Elemen di dalam himpunan harus memiliki karakteristik yang sama; 7) Dua elemen yang identik cukup ditulis satu kali.



Pengetahuan tidak hanya sebatas keyakinan yang sesuai dengan kebenaran objektif, tetapi juga memerlukan suatu komponen yang dapat melengkapi aspek "kekosongan" yang ada dalam keyakinan tersebut. Komponen tersebut merupakan pembenaran atau *justification* yang memvalidasi keyakinan seseorang. Dalam konteks pembelajaran, sebelum guru dapat menjelaskan lebih lanjut tentang konsep himpunan kepada peserta didik, baik guru maupun peserta didik harus memiliki keyakinan dasar yang mereka yakini sebagai pengetahuan yang benar. Namun, dalam penelitian ini telah terbukti bahwa keyakinan yang hanya didasarkan pada pemahaman himpunan sebagai kumpulan objek-objek yang terdefinisi dengan baik, belum tentu dapat dijustifikasi secara memadai. Guru dan peserta didik tidak memiliki kemampuan untuk membuktikan keyakinan tersebut atau bahkan tidak memahami sepenuhnya konsep "*well defined*" sebagai kriteria yang dapat menentukan sifat suatu himpunan. Oleh karena itu, keyakinan tentang himpunan sebagai kumpulan objek-objek yang terdefinisi dengan baik hanya dapat dikategorikan sebagai *doxa* atau *true belief*, sementara keyakinan lainnya tentang konsep himpunan tidak dapat dibuktikan sebagai sesuatu dengan nilai kebenaran, sehingga dapat dianggap sebagai *hoax*. Dengan demikian, pemahaman yang benar tentang konsep matematika memerlukan tidak hanya keyakinan yang sesuai, tetapi juga justifikasi yang kuat untuk mendukung keyakinan tersebut.

#### **5.1.7. Rancangan HLT dan implementasinya**

Setelah menyelesaikan seluruh rangkaian penelitian interpretatif dan memperoleh data yang cukup lengkap, peneliti kemudian mencoba menyusun HLT sebagai langkah awal pelaksanaan paradigma kritis dalam DDR. HLT yang disusun oleh peneliti menjadi panduan utama, bertujuan untuk memberikan bimbingan kepada CPP dalam melaksanakan proses transposisi didaktis hingga menghasilkan desain didaktis yang efektif untuk materi himpunan. Penyusunan HLT untuk CPP melibatkan pemahaman beberapa teori kunci, yang perlu dikuasai dengan baik oleh CPP sebagai landasan untuk merancang desain didaktis materi himpunan. Teori-teori yang dimaksud mencakup himpunan versi *scholarly knowledge*, *praxeology*, TDS, *epistemological knowledge*, dan *learning obstacle*. HLT yang disusun mencakup tujuan pembelajaran, situasi didaktis, aktivitas pembelajaran, prediksi respons CPP dan kontrak didaktis.

Terdapat enam tujuan pembelajaran yang ingin dicapai yaitu, 1) CPP mampu menjelaskan dan menggunakan pengetahuan himpunan versi *scholarly knowlege* untuk menganalisis desain dan merancang desain didaktis; 2) CPP mampu memahami dan menggunakan teori *praxeology* ( $\varphi = [T, \tau, \theta, \Theta]$ ) untuk menganalisis dan merancang desain didaktis; 3) CPP mampu menjelaskan tentang *epistemological knowledge*; 4) CPP mampu menjelaskan dan menggunakan TDS untuk menganalisis dan menyusun desain didaktis; 5) CPP mampu menjelaskan dan menganalisis jenis-jenis *learning obstacle* yang dialami peserta didik pada materi himpunan; dan 6) CPP mampu menyusun HLT.

Masing-masing tujuan pembelajaran tersebut disajikan dalam empat situasi didaktis yang mencakup situasi aksi, situasi formulasi, situasi validasi, dan situasi institusionalisasi. Setiap situasi memiliki aktivitas pembelajaran, prediksi respons, dan kontrak didaktis yang berbeda-beda. Namun, tipe kontrak didaktis yang pilih hanya ada tiga kriteria yaitu OC, MSC, dan PAC.

Setelah menyusun HLT, tahap selanjutnya yaitu mengimplementasikan HLT kepada CPP. Implementasi HLT dilakukan melalui tujuh pertemuan yang diorganisir dengan cermat. Pertemuan pertama hingga pertemuan ke enam dilaksanakan selama dua jam pertemuan (100 menit) untuk setiap pertemuannya, sementara pertemuan ketujuh dilaksanakan selama dua hari untuk memberikan waktu yang lebih luas dalam proses penyusunan desain didaktis secara bersama-sama.

#### **5.1.8. Pegetahuan yang dihasilkan dari proses transposisi didaktis**

Dalam proses pendampingan, para CPP belajar tentang berbagai konsep dan teori yang relevan untuk perancangan desain didaktis dalam pembelajaran matematika. Mereka mempelajari teori-teori yang berkaitan langsung dengan cara menyusun materi pembelajaran agar sesuai dengan kebutuhan dan pemahaman peserta didik. Salah satu konsep yang dipelajari adalah konsep himpunan versi *scholarly knowledge*, yang merupakan representasi himpunan berdasarkan prinsip-prinsip ilmiah yang berlaku. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perkembangan yang positif dalam pemahaman para CPP terkait konsep himpunan ini. Mereka berhasil mengupgrade pemahaman mereka yang sebelumnya belum sepenuhnya sesuai dengan prinsip-prinsip ilmiah. Meskipun demikian, terdapat satu

konsep yang masih belum sepenuhnya terpahami dengan tepat, yaitu berkaitan dengan cara penyajian himpunan. Meskipun ada kemajuan dalam pemahaman secara keseluruhan, penting bagi para CPP untuk terus memperbaiki pemahaman mereka agar dapat menyajikan konsep himpunan dengan lebih tepat dan sesuai dengan prinsip-prinsip ilmiah yang berlaku.

Selanjutnya, temuan analisis terhadap modul yang dikembangkan oleh CPP dari perspektif *praxeology* bertujuan untuk memahami sejauh mana pengetahuan mereka tentang konsep ini telah diintegrasikan dalam desain pembelajaran mereka. Hasil analisis menunjukkan bahwa CPP secara tidak langsung telah menggunakan konsep-konsep *praxeology* dalam pendesainan desain didaktis mereka. Hal ini tergambar dari rangkaian tipe tugas yang disusun dengan lebih terstruktur dibandingkan dengan materi yang disajikan dalam buku teks. Selain itu, dalam hal penerapan teknik ( $\tau$ ), CPP juga mampu menggunakan berbagai teknik dalam menyelesaikan tugas yang memperhatikan perkembangan pengetahuan siswa secara holistik. Dengan demikian, desain didaktis yang disusun oleh CPP memenuhi aspek epistemik yang diperlukan dalam pembelajaran matematika. Penggunaan konsep *praxeology* secara tidak langsung dalam desain didaktis menunjukkan kemampuan CPP dalam menerapkan prinsip-prinsip teoritis dalam praktik pembelajaran, menggabungkan pemahaman teoritis dengan kebutuhan praktis dalam merancang pembelajaran yang efektif. Selain itu, penggunaan berbagai teknik pembelajaran menunjukkan fleksibilitas dalam pendekatan pembelajaran, yang memungkinkan pengembangan pengetahuan yang komprehensif melalui berbagai modalitas dan strategi pembelajaran. Dengan demikian, hasil analisis ini memberikan wawasan yang berharga tentang kemampuan CPP dalam mengintegrasikan konsep *praxeology* dalam merancang pembelajaran matematika yang efektif dan relevan bagi peserta didik.

Selanjutnya berkaitan dengan pemahaman CPP tentang *epistemological knowledge*. Analisis terhadap pengetahuan CPP tentang himpunan menunjukkan adanya perubahan paradigma yang signifikan dalam pendekatan mereka terhadap pewarisan pemahaman. Sebelumnya, proses pewarisan pemahaman tentang himpunan didominasi oleh informasi yang salah (*hoax*) dan pemahaman berdasarkan keyakinan (*doxa*). Namun, hasil penelitian menunjukkan upaya nyata

dari para CPP untuk mewariskan pemahaman yang didasarkan pada pengetahuan epistemik yang valid. Hal ini mencerminkan perubahan dalam pendekatan pembelajaran matematika, yang kini lebih menekankan pada pemahaman yang benar dan berbasis pada fakta, sesuai dengan konsep epistemologi. Melalui desain didaktis yang mereka kembangkan, para CPP secara sadar memilih untuk menerapkan teori-teori yang mereka pelajari sebelumnya, menghasilkan konten pembelajaran yang lebih akurat dan didasarkan pada pengetahuan yang ilmiah.

Meskipun terdapat pemahaman yang salah yang diwariskan dari generasi sebelumnya, para CPP menunjukkan kesadaran dan komitmen untuk memperbaiki pemahaman mereka. Mereka mengakui pentingnya memastikan bahwa pengetahuan yang mereka sampaikan sesuai dengan kebenaran ilmiah dan memiliki kemauan untuk memeriksa kembali sumber-sumber referensi yang digunakan. Dalam proses pembelajaran, CPP mempertimbangkan berbagai sumber pengetahuan dan menggunakan berbagai teknik, termasuk penggunaan perseptual, memorial, dan introspektif. Dengan demikian, mereka menciptakan lingkungan pembelajaran yang mendukung pembentukan pemahaman yang kuat dan berkelanjutan bagi peserta didik, memungkinkan mereka untuk membangun pengetahuan baru mereka sendiri melalui eksplorasi, percobaan, dan diskusi. Dengan demikian, CPP berusaha menciptakan lingkungan pembelajaran yang mendukung peserta didik dalam mengonstruksi pengetahuan baru, yaitu himpunan, sebagai *justified true belief*, berdasarkan fakta dan pemahaman yang akurat. Sajian desain semacam ini telah menggambarkan bahwa saat ini CPP telah memiliki pemahaman tentang *epistemological knowledge*.

Selanjutnya tentang TDS yang memberikan kesempatan bagi CPP untuk mengaplikasikannya dalam merancang desain pembelajaran yang terarah dan bermakna bagi peserta didik. Dengan memanfaatkan empat situasi pembelajaran dalam TDS, yaitu situasi aksi, formulasi, validasi, dan institusionalisasi, para CPP dapat menciptakan pengalaman belajar yang membangkitkan minat, memperkaya pemahaman, dan memastikan pemahaman yang lebih mendalam bagi peserta didik. Analisis terhadap HLT dan modul ajar yang dikembangkan oleh para CPP menunjukkan bahwa mereka telah mengintegrasikan konsep-konsep TDS dalam desain pembelajaran mereka dengan konsisten. Mulai dari situasi aksi yang

membangkitkan minat peserta didik hingga tahap institusionalisasi yang menempatkan pengetahuan dalam konteks yang lebih luas, pendekatan ini memberikan landasan yang kuat untuk pembelajaran yang aktif dan terarah. Dengan demikian, para CPP telah berhasil menyusun lintasan belajar yang terstruktur bagi peserta didik, memungkinkan mereka untuk mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam dan berkelanjutan tentang materi pelajaran. Ini menunjukkan kompetensi mereka dalam menerapkan prinsip-prinsip TDS dalam praktik pembelajaran, yang merupakan langkah penting menuju efektivitas pembelajaran yang lebih baik di kelas.

Terakhir tentang pemahaman terhadap *learning obstacle* oleh CPP menjadi aspek krusial dalam merancang desain didaktis yang efektif. Analisis terhadap pengetahuan CPP tentang berbagai jenis hambatan belajar menunjukkan bahwa mereka memiliki kesadaran yang baik akan tantangan yang mungkin dihadapi oleh peserta didik dalam memahami materi himpunan. Pertama, terkait dengan *didactical obstacle*, CPP berhasil mengantisipasi dan mengatasi hambatan belajar dengan menyajikan berbagai tugas yang memperluas pemahaman peserta didik tentang konsep himpunan, khususnya mengenai karakteristik elemen dalam himpunan. Kedua, terkait dengan *epistemological obstacle*, CPP memberikan penjelasan yang tepat mengenai konsep "*well defined*" untuk membantu peserta didik memahami kriteria yang diperlukan agar sebuah himpunan dianggap terdefinisi dengan baik. Ketiga, terkait dengan *ontogenic obstacle*, baik yang bersifat psikologis, instrumental, maupun konseptual, CPP telah merancang materi pembelajaran yang relevan, menarik, dan memberikan penekanan yang tepat pada aspek-aspek yang mungkin menimbulkan hambatan belajar. Keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa CPP tidak hanya mengidentifikasi hambatan belajar, tetapi juga aktif dalam mencari solusi untuk mengatasinya melalui desain didaktis yang mereka kembangkan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa para CPP telah memiliki pemahaman tentang *learning obstacle* dengan baik.

#### **5.1.9. Revisi desain didaktis hipotesis**

Pada dasarnya, revisi pada desain didaktis hipotesis fokus pada tiga elemen kunci, yaitu aktivitas, respons CPP, dan kontrak didaktis. Aktivitas yang diusulkan harus mengarah pada pencapaian tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan,

sementara respons dari para CPP digunakan sebagai umpan balik untuk mengevaluasi efektivitas aktivitas tersebut. Kontrak didaktis, yang berfungsi sebagai panduan dan batasan bagi proses pembelajaran, juga direvisi berdasarkan hasil refleksi dan evaluasi.

Peneliti memutuskan untuk mengubah pendekatan pembelajaran pada pertemuan pertama dengan menjelaskan terlebih dahulu konsep transposisi didaktis sebelum memasuki pembahasan tentang himpunan versi *scholarly knowledge*. Perubahan ini membawa dampak pada respons dan kontrak didaktis yang terbentuk, yang sebelumnya didominasi oleh MSC, menjadi didominasi oleh OC karena pemahaman yang awalnya diharapkan tidak sesuai dengan kenyataan. Selanjutnya, terdapat perubahan dalam aktivitas pembelajaran dan respons peserta yang terjadi akibat adaptasi penjelasan dan pengaturan aktivitas. Aktivitas pembelajaran tidak hanya difokuskan pada *scholarly knowledge*, tetapi juga dikaitkan dengan pengetahuan yang telah diadaptasi dalam format matematika sekolah. Respons peserta terhadap perubahan ini membentuk kontrak didaktis berupa OC, MSC, dan PAC, tergantung pada kemampuan peserta dalam mengaitkan pengetahuan yang diperoleh dengan konteks matematika sekolah. Selanjutnya, pada sesi perumusan *hypotetical synthesis* dan verifikasi *synthesis* melalui diskusi, muncul respons baru di luar prediksi peneliti yang menyebabkan penyesuaian dalam kontrak didaktis. Penambahan respons baru ini mempengaruhi dinamika diskusi antara peserta, yang memerlukan penyesuaian dalam kontrak didaktis untuk mencapai kesepakatan bersama.

Pada pertemuan kedua, penambahan aktivitas pembelajaran yang fokus pada *praxeology* menyebabkan perubahan dalam kontrak didaktis dari PAC menjadi MSC, menunjukkan fleksibilitas peneliti dalam menyesuaikan strategi pembelajaran sesuai dengan respons dan kebutuhan peserta. Selanjutnya, penyesuaian dalam aktivitas pembelajaran, seperti penambahan analisis buku teks dengan mempertimbangkan kaitannya dengan *praxeology*, juga memengaruhi respons peserta dan kontrak didaktis yang terbentuk. Pengamatan langsung dari peneliti terhadap respons peserta memungkinkan penyesuaian kontrak didaktis agar lebih sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan peserta, yang menjadi kunci dalam mendukung pemahaman konsep yang diajarkan. Perubahan kontrak didaktis juga

terjadi dalam situasi di mana terdapat perbedaan pendapat atau konflik dalam menyusun kesepakatan bersama, seperti pada aktivitas diskusi untuk melakukan validasi. Penyesuaian kontrak didaktis menjadi MSC memungkinkan peserta untuk berpartisipasi dalam dialog interaktif yang lebih mendalam, memungkinkan mereka untuk mengeksplorasi dan memperjelas perbedaan pendapat dengan lebih efektif.

Pada pertemuan ketiga menunjukkan adanya perubahan dan adaptasi dalam desain pembelajaran yang diperlukan untuk meningkatkan pemahaman peserta terhadap konsep yang diajarkan. Penyesuaian dilakukan terutama dalam penggunaan contoh konkret dalam menjelaskan konsep JTB serta sumber-sumber perolehan pengetahuan. Langkah ini membantu para peserta untuk lebih mudah memahami konsep secara praktis dan relevan dengan konteks pembelajaran matematika, yang pada gilirannya meningkatkan pemahaman keseluruhan. Perubahan juga terjadi dalam kontrak didaktis, terutama terkait dengan respons peserta yang tidak terduga. Fleksibilitas peneliti dalam menyesuaikan kontrak didaktis dari OC ke MSC atau PAC menunjukkan adaptabilitas terhadap respons dan kebutuhan peserta pembelajaran. Selain itu, adanya respons yang tidak diantisipasi, seperti pengidentifikasian hubungan tidak langsung antara konsep JTB dan pengetahuan di level sekolah, menunjukkan kemampuan peserta untuk berpikir secara kreatif dan mendalam.

Berikutnya terkait pengenalan konsep TDS kepada CPP melalui pendekatan permainan memberikan pemahaman awal yang penting. Namun, penambahan aktivitas pembelajaran, seperti penjelasan tentang situasi-situasi yang muncul dalam permainan, diperlukan untuk meningkatkan pemahaman para CPP. Meskipun perubahan ini tidak mengubah respons CPP secara signifikan, adaptasi kontrak didaktis dari OC menjadi MSC memberikan dorongan tambahan bagi para CPP yang mengalami kesulitan dalam memahami materi. Ketika para CPP diminta untuk memaparkan pemahaman mereka tentang konsep TDS, perubahan kontrak didaktis terjadi terutama pada situasi di mana CPP mengalami kesulitan dalam memahami kajian yang dibahas. Penggunaan model MSC dalam hal ini membantu mendorong pemikiran kritis dan bertanya, sehingga memperdalam pemahaman mereka tentang materi. Selanjutnya, dalam diskusi kelompok untuk menyusun kesepakatan bersama tentang situasi-situasi didaktis dalam TDS, perubahan kontrak

didaktis dari OC menjadi MSC membantu memfasilitasi diskusi yang lebih dalam dan aktif. Hal ini diharapkan dapat membantu CPP mencapai pemahaman yang sama dan menyusun kesepakatan bersama secara lebih efektif.

Selanjutnya, aktivitas pembelajaran direvisi sedikit untuk memperluas kerangka analisis dengan memasukkan pemahaman dan refleksi lebih mendalam dari para CPP terkait dengan kemungkinan *learning obstacle* yang dihadapi peserta didik. Meskipun terjadi perubahan dalam aktivitas pembelajaran, respons CPP tetap sesuai dengan prediksi yang telah dibuat sebelumnya oleh peneliti. Namun, terjadi perubahan pada bagian kontrak didaktis, di mana kontrak awal yang berupa OC diubah menjadi MSC untuk mengakomodasi kesulitan yang muncul dalam pemahaman dan identifikasi *learning obstacle*. Pada tahap selanjutnya, ketika CPP diminta untuk merumuskan temuannya terkait jenis-jenis *learning obstacle* yang dialami oleh peserta didik serta melakukan analisis terhadap buku teks, tidak terjadi perubahan signifikan dalam aktivitas pembelajaran, respons CPP, maupun kontrak didaktis.

Terakhir dalam proses penyusunan HLT oleh para CPP untuk peserta didik, tidak terjadi perubahan signifikan pada desain didaktis hipotesis yang telah dikembangkan sebelumnya oleh peneliti. Perubahan yang terjadi hanya setelah peneliti memberikan penjelasan mengenai HLT dan komponen-komponen di dalamnya secara testimonial. Perubahan tersebut berupa penambahan aktivitas pembelajaran berupa contoh rangkaian HLT yang telah disusun sebelumnya. Tujuannya adalah untuk memberikan gambaran yang lebih konkret dan memudahkan pemahaman para CPP tentang implementasi HLT dalam konteks pembelajaran.

## **5.2. Implikasi**

Setelah melakukan serangkaian penelitian ini, peneliti menemukan serangkaian implikasi yang penting dalam konteks pendidikan matematika. Implikasi penelitian ini memiliki dampak yang luas, baik dalam pengembangan kurikulum, pelatihan guru, maupun peningkatan kualitas pembelajaran matematika di sekolah.

Penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan kurikulum pendidikan matematika dengan menyoroti masalah-masalah yang



muncul dalam aktualisasi kurikulum dari sisi didaktis. Temuan kami menunjukkan bahwa transposisi didaktis, yaitu proses adaptasi pengetahuan dari domain ilmiah ke dalam konteks pembelajaran, masih sering menghadapi tantangan. Tantangan ini tidak hanya berasal dari guru atau peserta didik, tetapi juga dari seluruh institusi yang terlibat dalam transmisi pengetahuan. Peran guru dalam proses pewarisan pengetahuan kepada peserta didik sangatlah penting. Namun, penelitian kami menunjukkan bahwa banyak guru cenderung mengikuti apa yang tersaji di dalam buku teks sebagai acuan utama dalam pengajaran mereka. Oleh karena itu, revolusi kurikulum yang benar-benar memperhatikan prinsip-prinsip pengetahuan versi matematika ilmiah menjadi sangat penting. Guru perlu membangun sikap yang lebih skeptis terhadap isi buku teks dan lebih kritis dalam menyampaikan materi kepada peserta didik.

Pengubahan sikap ini tidaklah mudah, karena sudah menjadi bagian dari karakter guru yang tertanam dalam jangka waktu yang lama. Namun, perubahan ini merupakan langkah penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika. Oleh karena itu, *noosphere* perlu bijaksana dalam mendesain materi pembelajaran dengan memanfaatkan potensi yang ada secara optimal. Hal ini mencakup upaya untuk menghindari penjelasan yang keluar dari konsep ilmiah dan memastikan bahwa setiap materi yang diajarkan sesuai dengan standar pengetahuan matematika yang ditetapkan. Dengan demikian, penelitian ini menyoroti pentingnya pembaharuan kurikulum yang tidak hanya memperhatikan aspek interaksi, tetapi juga memperhatikan sisi didaktis.

Selanjutnya, hasil penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam pelatihan dan pengembangan calon guru maupun guru matematika. Salah satu implikasi utama dari penelitian ini adalah penerapan *framework* DDR yang telah disusun oleh peneliti. *Framework* ini bertujuan untuk memandu guru dalam merancang desain pembelajaran yang mempertimbangkan secara komprehensif kebutuhan peserta didik. Dengan mengedepankan pendampingan transposisi didaktis internal dan eksternal melalui *framework* DDR, calon guru maupun guru matematika dapat lebih memahami struktur konseptual materi serta strategi pengajarannya. Mereka menjadi lebih terlatih dalam mengenali hambatan-

hambatan yang mungkin dihadapi oleh peserta didik dan mengembangkan strategi yang tepat untuk mengatasi tantangan tersebut.

Implikasi ini berpotensi meningkatkan kualitas pengajaran matematika di kelas-kelas. Guru yang terlatih dengan baik dalam menggunakan *framework* DDR cenderung memiliki kemampuan yang lebih baik dalam merancang pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan wawasan teoritis, tetapi juga memberikan alat praktis yang dapat digunakan oleh praktisi pendidikan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika di lapangan. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi dasar untuk penyusunan program pelatihan dan pengembangan guru yang lebih efektif. Program-program pelatihan dapat dirancang untuk mengintegrasikan penggunaan *framework* DDR dalam proses pembelajaran guru. Hal ini akan membantu memastikan bahwa guru-guru yang baru atau yang sudah berpengalaman dapat terus mengembangkan keterampilan mereka dalam merancang pembelajaran yang responsif terhadap kebutuhan peserta didik.

Selain kontribusi pada pengembangan kurikulum dan pelatihan guru, penelitian ini juga memiliki implikasi yang signifikan pada peningkatan kualitas pembelajaran matematika secara menyeluruh, termasuk di level pendidikan tinggi. Temuan penelitian menyoroti dampak negatif dari sikap kredulis yang dimiliki oleh para guru, yang secara tidak langsung dapat mempengaruhi pembelajaran di semua tingkatan. Dengan mengetahui bahwa sikap kredulis guru dapat memiliki dampak negatif yang berkelanjutan pada pembelajaran, pemangku kebijakan pendidikan perlu memperhatikan pentingnya mendesain mahasiswa calon guru agar memiliki sikap skeptis. Ini dapat dilakukan melalui peningkatan kualitas pendidikan di perguruan tinggi, termasuk dengan memasukkan elemen-elemen pembelajaran yang mendorong mahasiswa untuk berpikir kritis, mengevaluasi informasi secara kritis, dan tidak terlalu bergantung pada apa yang tersaji di dalam buku teks semata.

Peningkatan kualitas pendidikan tinggi dalam hal ini akan membawa implikasi positif dalam jangka panjang. Mahasiswa calon guru yang terlatih untuk memiliki sikap skeptis akan lebih siap secara mental dan intelektual untuk menghadapi tantangan dalam praktik mengajar di lapangan. Mereka akan lebih mampu untuk beradaptasi dengan perubahan kurikulum dan tuntutan pembelajaran

yang beragam, serta lebih cenderung untuk terus mengembangkan kemampuan profesional mereka seiring berjalannya waktu. Dengan demikian, penelitian ini memberikan panggilan kepada pemangku kebijakan pendidikan untuk memberikan perhatian yang lebih besar pada pendidikan tinggi dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran matematika secara keseluruhan. Hal ini tidak hanya penting untuk memastikan bahwa guru-guru yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik, tetapi juga untuk memastikan bahwa sistem pendidikan mampu menghasilkan individu yang lebih mandiri, kritis, dan berpikiran terbuka dalam menghadapi dinamika masyarakat dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Selain kontribusi pada pengembangan kurikulum, pelatihan guru, dan peningkatan kualitas pembelajaran matematika, penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan metodologi penelitian dalam bidang pendidikan matematika. Melalui penggunaan pendekatan studi DDR, peneliti telah berhasil menghasilkan desain didaktis yang efektif untuk model pelatihan guru atau calon guru. *Framework* DDR yang digunakan dalam penelitian ini telah terbukti menghasilkan produk yang bermanfaat, seperti desain pembelajaran yang lebih epistemik dan adaptif. Implikasi ini menunjukkan bahwa *framework* DDR dapat menjadi landasan yang kuat untuk pengembangan penelitian-penelitian serupa di masa depan. Peneliti lain dalam bidang pendidikan matematika dapat menggunakan *framework* DDR ini sebagai panduan atau kerangka kerja untuk mengembangkan pendekatan baru dalam mendesain pembelajaran matematika yang lebih inovatif dan efektif.

Pengembangan metodologi penelitian ini akan memberikan kontribusi signifikan dalam memperkaya repertoar pendekatan penelitian dalam bidang pendidikan matematika. Dengan adanya variasi metode penelitian yang berkualitas, para peneliti akan memiliki lebih banyak pilihan untuk menjelajahi berbagai aspek pembelajaran matematika, mulai dari pengembangan kurikulum hingga strategi pengajaran yang lebih efektif. Selain itu, pengembangan metodologi penelitian ini juga dapat menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam tentang dinamika pembelajaran matematika dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi praktis dalam

pengembangan pembelajaran matematika, tetapi juga secara teoritis membuka jalan bagi pemahaman yang lebih komprehensif tentang proses pembelajaran tersebut.

Terakhir, temuan dari penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk menegaskan bahwa seluruh pemangku kepentingan dalam pendidikan memiliki kewajiban untuk memastikan bahwa pengetahuan yang disampaikan kepada peserta didik bukan hanya sekadar *doxa* atau malah *hoax*. Implikasi ini menyoroti pentingnya integritas dalam proses transmisi pengetahuan, di mana para pendidik perlu memastikan bahwa pengetahuan yang disampaikan didasarkan pada fakta dan kebenaran ilmiah. Dalam konteks kurikulum, temuan ini menekankan perlunya penyusunan kurikulum yang didasarkan pada prinsip-prinsip ilmiah yang dapat diverifikasi dan diverifikasi secara kritis. Selain itu, para guru perlu diberikan pelatihan yang memadai dalam mengenali dan membedakan antara pengetahuan yang valid dengan konten yang mungkin bersifat bias atau tidak akurat. Implikasi lain dari temuan ini adalah perlunya kolaborasi antara institusi pendidikan, pemerintah, dan masyarakat dalam memastikan bahwa pengetahuan yang disampaikan kepada generasi muda merupakan representasi yang akurat dari kebenaran ilmiah. Ini mungkin melibatkan pembaharuan dalam konten kurikulum, pengembangan metode pengajaran yang lebih kritis, dan advokasi untuk literasi informasi yang lebih tinggi di kalangan peserta didik.

### 5.3. Rekomendasi

Setiap usaha manusia, seiring dengan tekad dan ketekunan yang mendorongnya, tetap menjadi bayangan kiasan di bawah cahaya sempurna Sang Pencipta. Seperti benang merah takdir yang teranyam, penelitian ini juga tidak terlepas dari cela dan cacat yang menjadikannya lebih manusiawi. Meskipun disadari sebagai batasan dalam ranah penelitian, peneliti tidak bisa menutup mata terhadap kemungkinan adanya sudut pandang lain yang menguak kekurangan yang tak terduga. Meski dengan segala keterbatasan kapasitas dan wawasan yang peneliti miliki, keyakinan yang tak tergoyahkan terpatri dalam diri, bahwa seluruh rentetan proses penelitian ini telah peneliti jalani dengan segenap kesungguhan dan kekuatan potensi yang peneliti miliki.

Penting untuk diakui bahwa setiap penelitian memiliki keterbatasan, dan penelitian ini tidak terkecuali. Salah satu keterbatasan yang perlu diperhatikan yaitu

cakupan partisipan dan konteks penelitian. Penelitian ini hanya melibatkan sejumlah peserta dari lingkungan pendidikan tertentu dan hanya berfokus pada aspek tertentu dari pembelajaran matematika yaitu himpunan. Hal ini berpotensi membatasi generalisasi temuan penelitian terhadap populasi yang lebih luas atau konteks pembelajaran yang berbeda. Selain itu, penelitian ini juga dapat terpengaruh oleh subjektivitas peneliti dalam menafsirkan dan menganalisis data. Meskipun upaya telah dilakukan untuk meminimalkan bias, tetapi tidak mungkin untuk sepenuhnya menghindari pengaruh peneliti terhadap hasil penelitian. Selain itu, keterbatasan sumber daya seperti waktu, anggaran, dan akses juga dapat mempengaruhi kedalaman analisis dan kualitas temuan penelitian.

Perlu juga diakui bahwa penelitian ini mungkin tidak mampu mengatasi semua kompleksitas dalam proses transposisi didaktis dan pembelajaran matematika. Terdapat banyak faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas desain didaktis dan praktik pengajaran, termasuk faktor-faktor eksternal seperti budaya, lingkungan sosial, dan dinamika kelas. Meskipun demikian, pengakuan akan keterbatasan ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan yang lebih mendalam dan holistik dalam bidang ini. Oleh karena itu, peneliti memberikan beberapa rekomendasi yang dapat dilakukan untuk menyempurnakan penelitian ini.

Rekomendasi pertama yang dapat disimpulkan dari penelitian ini yaitu pentingnya memahami materi yang akan dikaji secara mendalam, terutama dalam konteks kajian materi versi *scholarly knowledge*. Penelitian ini menyoroti bahwa pemahaman peneliti terhadap materi memiliki dampak signifikan terhadap kedalaman kajian dalam desain didaktis. Oleh karena itu, peneliti merekomendasikan agar peneliti-peneliti masa depan melakukan kajian yang lebih mendalam tentang materi matematika yang akan dipelajari. Hal ini dapat dilakukan dengan memastikan kebenaran dan keakuratan materi melalui konsultasi dengan para ahli matematika melalui forum seperti FGD. Rekomendasi ini penting karena memastikan bahwa desain didaktis yang dibangun didasarkan pada pemahaman yang kuat dan akurat tentang materi yang diajarkan. Dengan memperdalam pemahaman tentang materi, peneliti dapat mengembangkan strategi pengajaran yang lebih efektif dan relevan, serta dapat memberikan pemahaman yang lebih baik kepada peserta didik.

Selain itu, rekomendasi juga mencakup pentingnya mengkaji tidak hanya topik yang langsung terkait, tetapi juga topik-topik di sekitarnya. Hal ini akan membantu memperluas cakupan pemahaman tentang materi, sehingga pengajar dapat mengaitkan konsep-konsep yang diajarkan dengan konteks yang lebih luas dan relevan. Termasuk juga perlunya mengkaji materi versi *scholarly knowledge* dari sisi historisnya. Pengalaman peneliti dalam proses pendalaman topik himpunan menjadi penekanan dalam hal ini. Dalam konteks ini, penelitian menyoroti pentingnya pemahaman terhadap perkembangan historis suatu konsep matematika, seperti himpunan, karena hal ini dapat memengaruhi pemahaman dan interpretasi konsep tersebut. Penelitian menunjukkan bahwa historis mengenai topik himpunan di kalangan matematikawan telah mengalami banyak perubahan. Sebagai contoh, dalam kasus penelitian ini, peneliti memilih versi Cantor dari himpunan karena kesesuaian bahasa yang digunakan dengan pembahasan himpunan di tingkat sekolah di Indonesia. Namun, ketika peneliti mencoba mempublikasikan temuan ini di wilayah Eropa, mereka menemukan bahwa himpunan versi Cantor telah ditinggalkan dan telah beralih ke pemahaman yang menggunakan bahasa formal.

Dari pengalaman ini, peneliti juga merekomendasikan agar peneliti masa depan, ketika mengkaji materi himpunan, mempertimbangkan pembahasan yang telah menggunakan bahasa formal oleh para matematikawan. Hal ini penting agar materi yang diajarkan dapat tetap relevan dengan perkembangan pemahaman dan pembelajaran matematika secara global, serta memastikan bahwa pendekatan pengajaran yang digunakan sesuai dengan standar internasional.

Rekomendasi berikutnya dari penelitian ini berkaitan dengan kajian filsafat dalam konteks pembelajaran matematika. Penelitian ini mengungkapkan bahwa guru cenderung memiliki sikap kredulis dalam melakukan transposisi didaktis, yang saat ini menimbulkan banyak masalah yang berkelanjutan dalam pembelajaran matematika. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan yang fokus pada kemungkinan mengubah sikap guru dari kredulis menjadi skeptis. Penelitian lebih lanjut ini dapat mengeksplorasi strategi dan metode yang efektif untuk membantu guru mengubah sikap mereka dalam menghadapi pengetahuan matematika, sehingga dapat meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas. Jika terdapat kendala yang kuat untuk mengubah sikap guru tersebut, maka dengan

dilakukannya penelitian lanjutan ini juga dapat mencari alternatif lain yang tepat untuk mengatasi masalah yang timbul, sehingga masalah yang diidentifikasi oleh penelitian ini tidak menjadi berkelanjutan.

Selain itu, bagi peneliti masa depan, penting untuk melakukan kajian tentang sejauh mana keyakinan yang harus diwariskan kepada siswa dalam konteks pembelajaran matematika. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa di kalangan matematikawan pun, keyakinan yang diwariskan kebanyakan hanya berupa *doxa*, tidak sampai kepada *episteme* (pengetahuan yang benar). Oleh karena itu, penting untuk mengkaji apakah pewarisan pemahaman kepada siswa hanya cukup sampai pada tingkat *doxa* atau perlu diperluas hingga mencapai tingkat *episteme*. Pemahaman tentang konsep pengetahuan sebagai *justified true belief* juga menjadi penting untuk dieksplorasi lebih lanjut. Dalam konteks ini, penelitian filsafat matematika dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang bagaimana pemaknaan pengetahuan ini dapat berdampak pada pembelajaran matematika. Melalui penelitian lanjutan ini, diharapkan dapat ditemukan pemahaman yang lebih baik tentang proses pewarisan pengetahuan dalam pembelajaran matematika, sehingga dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dan pemahaman konsep matematika siswa secara menyeluruh.

Rekomendasi selanjutnya ditujukan kepada para pemangku kebijakan yang memiliki wewenang untuk mendesain kurikulum di Indonesia, khususnya kurikulum matematika. Penelitian ini mengungkapkan banyaknya masalah dalam sajian buku teks Kurikulum 2013 yang diterbitkan oleh pemerintah Indonesia melalui Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dari sisi didaktis. Masalah-masalah tersebut terbukti memiliki dampak yang berkelanjutan karena sifat dari pengetahuan matematika yang sistematis. Oleh karena itu, peneliti merekomendasikan kepada para pengembang kurikulum, terutama kepada penulis buku teks yang ditugaskan oleh pemerintah, untuk melakukan kajian mendalam terhadap setiap materi yang akan disajikan. Para penulis harus mempertimbangkan juga sisi didaktisnya, tidak hanya berfokus pada penyajian materi yang menyenangkan. Hal ini penting karena sajian yang menyenangkan tidak akan berarti jika tidak memiliki nilai kebenaran atau tidak sesuai dengan konsep matematika ilmiah.

Rekomendasi ini menekankan pentingnya menjaga kualitas dan akurasi materi yang disajikan dalam buku teks matematika. Para penulis harus memastikan bahwa materi yang disajikan tidak hanya mudah dipahami oleh siswa, tetapi juga mencerminkan konsep matematika ilmiah yang benar. Dengan demikian, para siswa akan mendapatkan pemahaman yang kuat dan akurat tentang materi matematika yang diajarkan, yang pada gilirannya akan meningkatkan efektivitas pembelajaran dan pemahaman mereka secara keseluruhan. Selain itu, para pemangku kebijakan juga perlu memberikan perhatian lebih dalam terhadap proses penilaian dan seleksi buku teks yang digunakan di sekolah-sekolah. Proses ini harus dilakukan secara teliti dan berbasis pada kriteria yang jelas terkait dengan kualitas, keakuratan, dan keberhasilan dalam menyampaikan konsep matematika kepada siswa. Dengan demikian, dapat dijamin bahwa buku teks yang digunakan di sekolah memenuhi standar yang tinggi dan memberikan kontribusi positif dalam pembelajaran matematika.

Rekomendasi terakhir ditujukan kepada pihak-pihak yang terlibat dalam pengkaderan calon guru, baik dalam jenjang sarjana maupun pendidikan profesi. Penting untuk menekankan sikap skeptis kepada calon guru, khususnya berkaitan dengan keakuratan materi yang mereka sampaikan kepada siswa. Dalam konteks ini, pelatihan dan pendidikan guru haruslah mencakup pengembangan keterampilan dalam menilai dan mengkritisi materi pembelajaran yang akan disampaikan kepada siswa. Guru harus diajarkan untuk tidak hanya mengandalkan apa yang tercantum dalam buku teks atau bahan ajar, tetapi juga untuk melakukan penelitian independen dan memastikan bahwa materi yang mereka sampaikan sesuai dengan konsep matematika ilmiah yang benar.

Selain itu, penting bagi penyelenggara program studi calon guru pendidikan matematika untuk mengintegrasikan pemahaman tentang aspek didaktis dalam kurikulum pendidikan mereka. Ini dapat dilakukan dengan menyediakan mata kuliah yang khusus membahas tentang prinsip-prinsip didaktis, strategi pengajaran yang efektif, dan penilaian pembelajaran matematika. Dengan demikian, calon guru akan dilengkapi dengan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk merancang dan melaksanakan pembelajaran matematika yang efektif dan sesuai dengan prinsip-prinsip didaktis yang tepat. Melalui integrasi pemahaman tentang



didaktis dalam kurikulum pendidikan guru, diharapkan bahwa calon guru akan mampu mengenali pentingnya aspek didaktis dalam proses pengajaran dan pembelajaran matematika. Mereka akan lebih terlatih dalam merancang strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa dan mampu mengevaluasi efektivitas metode pengajaran mereka. Hal ini akan berdampak positif pada kualitas pendidikan matematika secara keseluruhan, karena guru yang terlatih dalam aspek didaktis akan lebih mampu mendukung pembelajaran siswa dan mengoptimalkan potensi mereka dalam memahami konsep matematika.