

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Polya mendeskripsikan pemecahan masalah sebagai karakteristik dari aktivitas manusia. Terlebih dalam pembelajaran matematika, pemecahan masalah merupakan kegiatan yang dijadikan tujuan utama. Hal tersebut disampaikan oleh Halmos (1980) bahwa pemecahan masalah merupakan jantung dari matematika. Liljedahl, Santos-Trigo, Malaspina, and Bruder (2016) berpendapat pemecahan masalah merupakan aspek penting dalam pengajaran dan pembelajaran matematika. Hal senada juga disampaikan oleh Retnowati, Ayres, and Sweller (2010) bahwa pemecahan masalah merupakan aktivitas utama ketika belajar matematika. Retnowati (2012) menambahkan proses ini memberikan kebebasan kepada siswa untuk menentukan langkah dan strategi yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah sesuai dengan *prior knowledge* yang dimilikinya.

Salah satu kemampuan matematis yang terlibat dalam proses pemecahan masalah adalah *reasoning* (Stacey, 2006). *Reasoning* adalah kemampuan siswa dalam memberikan alasan logis pada masalah yang diberikan (Hm elo-Silver, 2004). Schmidt, Loyens, Van Gog, and Paas (2007) mengungkapkan pentingnya proses pemecahan masalah dalam pembelajaran matematika mampu memfasilitasi *reasoning* dan kemampuan siswa dalam menjelaskan fakta. Kemampuan menjelaskan fakta ini juga menjadi salah satu indikator kemampuan pemecahan masalah (Hmelo-Silver, 2004).

Ada beberapa alasan pentingnya pemecahan masalah harus dikuasai siswa. Bruning, Schraw, and Norby (2011) menjabarkan dua alasan pentingnya pemecahan masalah bagi siswa. Pertama, pemecahan masalah merupakan proses yang berkesinambungan, artinya dimulai dari tahapan siswa mengenali masalah dan berujung pada definisi akhir berupa solusi. Kedua, pemecahan masalah merupakan proses perubahan dari tahap satu ke tahap selanjutnya yang bertujuan untuk memahami tiap masalah dan diselesaikan menggunakan suatu strategi yang hampir sama meskipun masalah yang dihadapi terlihat berbeda.

Berdasarkan tujuannya, pemecahan masalah terbagi menjadi dua. Hiebert et al. (1996) menjabarkan pemecahan masalah dapat dipandang sebagai kegiatan memperoleh pengetahuan dan kegiatan penerapan konsep. Selain itu, terdapat tiga kemampuan penting yang dibutuhkan dalam proses pemecahan masalah, yaitu pengetahuan matematis yang mendalam, kemampuan memberi alasan secara umum, dan pengetahuan mengenai strategi heuristik (Stacey, 2006). Dengan demikian melalui kegiatan pemecahan masalah diharapkan dapat membantu siswa memperoleh pengetahuan dan siswa dapat menerapkan pengetahuannya dalam menghadapi situasi yang baru.

Penting bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan untuk mengaplikasikan pengetahuannya untuk menyelesaikan masalah yang cenderung baru (Kalyuga, Renkl, & Paas, 2010). Bruning et al. (2011) berpendapat pengetahuan yang vital dalam pembelajaran adalah pengetahuan kondisional. Pengetahuan kondisional adalah pengetahuan yang lebih mendalam, yang mengatur

pengetahuan yang telah dimiliki yang berupa pengetahuan faktual dan pengetahuan prosedural.

Retnawati (2015) mengungkapkan akar permasalahan yang menyebabkan siswa kesulitan belajar matematika terletak pada pemahaman konsep. Artinya jika siswa memahami konsep dengan baik maka siswa akan mampu menggunakan pengetahuan yang dimiliki untuk memecahkan beragam masalah. Menanamkan pemahaman konsep pada siswa tentu harus melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran. Hal ini biasa dikenal sebagai aliran konstruktivisme. Retnawati (2015) berpendapat konstruktivisme merupakan pendekatan psikologi yang berkeyakinan bahwa siswa mampu mengkonstruksi pemahamannya sendiri melalui lingkungan dan pengalaman. Oleh karena itu, salah satu pembelajaran yang sesuai dengan aliran konstruktivisme adalah pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning*).

Problem-based learning (PBL) atau pembelajaran berbasis masalah merupakan strategi pembelajaran yang memungkinkan siswa belajar dengan memecahkan masalah dan menggunakan pengalaman yang dimiliki (Hmelo-Silver, 2004). Hmelo-Silver (2004) menambahkan pembelajaran dengan pemecahan masalah dapat membantu siswa dalam menyampaikan alasannya secara logis. Selain itu, Abdullah, Tarmizi, and Abu (2010) menyimpulkan bahwa pembelajaran berbasis masalah mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan komunikasi siswa. Mamede, Schmidt, and Norman (2006) menambahkan pembelajaran berbasis masalah unggul jika diterapkan dalam kelompok kecil. Penerapan pembelajaran berbasis masalah mampu mengaktifkan *prior knowledge*

siswa dan mengelaborasi informasi yang diperoleh, memanggil informasi dan mengkonstruksi pengetahuan. Oleh karena itu pembelajaran berbasis masalah mampu memberikan kesempatan pada anggota kelompok untuk mengungkapkan ide sehingga memperdalam pengetahuan.

Akan tetapi penemuan terbaru menunjukkan pembelajaran berbasis masalah merupakan strategi pembelajaran yang menghambat proses pembelajaran siswa terutama siswa *novice* dikarenakan pemecahan masalah mengarahkan siswa *novice* menerima *extraneous cognitive load* (Sweller, 2011). Novice atau siswa pemula tidak memiliki pengetahuan yang cukup untuk mengkategorikan masalah dengan baik, menjalankan solusi yang tidak efisien bahkan tidak memberikan solusi. Hal ini menandakan bahwa pembelajaran berbasis masalah akan efektif jika diterapkan pada kelas *expert* dimana siswa memiliki kecukupan *prior knowledge*. Renkl and Atkinson (2003) juga mengungkapkan pembelajaran berbasis masalah membutuhkan kapasitas kognitif siswa untuk menentukan dua level hubungan antara dua sumber informasi sehingga pembelajaran menjadi minimal.

Working memory memiliki peran penting selama proses pembelajaran. *Working memory* berfungsi mengorganisasikan informasi, membentuk pengetahuan dan menyimpannya dalam *long-term memory* (Retnowati, 2008). *Working memory* juga memiliki kapasitas dan durasi yang terbatas (F. Paas, Van Gog, & Sweller, 2010). Sehingga guru sebagai perancang dan pelaksana pembelajaran semestinya mempertimbangkan jumlah informasi yang disajikan dan keterbatasan *working memory* siswa (F. Paas et al., 2010). Jika terlalu banyak elemen informasi yang diproses siswa saat pembelajaran dapat membebani *working*

memory sehingga menurunkan keefektifan pembelajaran (Kalyuga, Chandler, & Sweller, 1998).

Seiring dengan semakin abstraknya materi yang dipelajari mengakibatkan semakin kompleksnya masalah matematika. Kompleksitas suatu materi yang dipelajari terkait dengan *prior knowledge* yang dimiliki siswa (Retnowati, 2017). *Prior knowledge* adalah informasi sebelumnya yang telah dipelajari dan disimpan dalam memori jangka panjang (*long term memory*) (Retnowati, 2008). Kalyuga (2007) menjabarkan pentingnya *prior knowledge* siswa sebagai karakteristik kognitif yang mempengaruhi pembelajaran. Artinya semakin minimnya *prior knowledge* siswa terhadap suatu materi akan mengakibatkan semakin tingginya *extraneous cognitive load* yang dialami siswa.

Prior knowledge dan pengalaman siswa sebelumnya dalam memecahkan masalah yang serupa sangat dibutuhkan siswa untuk membentuk gambaran awal ketika pertama kali menghadapi suatu masalah. Hal tersebut dipertegas oleh Liljedahl et al. (2016) bahwa *prior knowledge* akan membantu siswa untuk memahami masalah yang dihadapi dan menentukan tindakan dan memilih strategi yang tepat. Sebaliknya, jika siswa tidak memiliki *prior knowldege* yang cukup pada suatu materi dalam menghadapi masalah akan terlihat dari cara penyelesaian siswa yaitu dengan coba-coba (Sweller, Ayres, & Kalyuga, 2011). Mamede et al. (2006) menyebutkan strategi pemecahan masalah secara kolaboratif mampu mengaktifkan *prior knowledge* siswa, memanggil kembali informasi, mengkonstruksi pengetahuan dan mengelaborasi pengetahuan yang dimiliki.

Pembelajaran adalah kegiatan untuk mengaktifkan *germane cognitive load* dan mereduksi *extraneous cognitive load* siswa. *Germane cognitive load* adalah sumber *working memory* yang menyediakan informasi yang relevan dengan pembelajaran (Sweller, 2011). Mereduksi *extraneous cognitive load* dapat dilakukan dengan menerapkan strategi pembelajaran yang tepat sehingga mampu meningkatkan *germane cognitive load* (F. Paas, Renkl, & Sweller, 2003; Renkl & Atkinson, 2003). Akan tetapi, pembelajaran berbasis masalah dapat menyebabkan *extraneous cognitive load* khususnya pada siswa *novice* sehingga diperlukan strategi yang tepat untuk mereduksinya (Sweller, 2011).

Pembelajaran dengan strategi *worked example* diduga mampu mengurangi tingginya *extraneous cognitive load* pada siswa *novice* sehingga tidak membebani *working memory*. Renkl, Atkinson, Maier, and Staley (2002) menegaskan bahwa pembelajaran yang efektif adalah penggabungan *problem solving* disertai contoh yang dikenal sebagai pendekatan *worked example*. Pada prinsipnya strategi *worked example* merupakan pembelajaran *problem solving* (Renkl et al., 2002), yang membedakan adalah *worked example* disertai contoh eksplisit tiap langkah penyelesaiannya. Pemberian contoh ini dimaksudkan untuk membantu dan menyediakan *prior knowledge* bagi siswa *novice* sehingga mampu mempelajari materi baru yang diberikan (Sweller et al., 2011). Prinsip permasalahan yang diberikan pada *worked example* bersifat identik dengan contoh yang disajikan. Keefektifan *worked example* dibanding *problem solving* disampaikan oleh Tarmizi & Sweller, (1988) yaitu dengan pemberian contoh penyelesaian langkah kerja secara rinci. Bukti terbaru menunjukkan bahwa strategi *worked example* lebih

unggul dibanding strategi *problem solving* jika menggunakan seting individu (Retnowati, Ayres, & Sweller, 2017).

Namun demikian, penelitian terbaru menunjukkan bahwa pembelajaran dengan strategi *worked example* memiliki kelemahan. Strategi ini berdampak pada *extraneous cognitive load* pada siswa *expert*. Dampak dari *extraneous cognitive load* mengakibatkan terbatasnya kapasitas *working memory* dan akan merusak penambahan skema (*schema acquisition*) sehingga kegiatan pemecahan masalah siswa akan terganggu (Renkl & Atkinson, 2003; Sweller, 1988). Selain itu, dampak dari tingginya *extraneous cognitive load* tidak hanya mengakibatkan terbatasnya kapasitas *working memory*, tapi juga mempengaruhi kemampuan siswa memberikan alasan (Kyllonen & Christal, 1990). Yeung, Jin, and Sweller (1998) menyebutkan siswa *novice* membutuhkan sumber atau bantuan informasi salah satunya melalui *worked example* untuk mengintegrasikan pengetahuannya sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya *split attention*, sebaliknya siswa *expert* merasa terganggu dengan adanya informasi berlebih (*redundant effect*).

Suatu strategi pembelajaran turut dipengaruhi oleh tingkat kemampuan siswa. Hal tersebut dipertegas oleh Sweller, Ayres, Kalyuga, and Chandler (2003) bahwa keefektivan suatu strategi pembelajaran sangat bergantung pada tingkat kemampuan awal siswa. Terdapat cara mudah membedakan antara siswa *expert* dan *novice* yaitu dengan mengamati bagaimana cara siswa mengklasifikasikan masalah dan strategi pemecahan masalah yang digunakan (Owen & Sweller, 1985, 1989). Owen and Sweller (1989) juga menambahkan, hal tersebut menjadi bukti bahwa

siswa *expert* memiliki susunan memori yang lebih baik jika dibandingkan dengan siswa *novice*.

Terdapat strategi pemecahan masalah yang umum digunakan siswa *expert* dan *novice*. *Novice* cenderung menggunakan metode *means-ends analysis* (Owen & Sweller, 1985, 1989; Renkl & Atkinson, 2003; Sweller, 1988; Tarmizi & Sweller, 1988). Renkl and Atkinson (2003) menyebutkan strategi *means-ends analysis* mengakibatkan pembelajaran tidak efektif dan mengganggu *schema acquisition* siswa. Sedangkan siswa *expert* cenderung menggunakan strategi *work-forward* (Ayres & Sweller, 1990; Owen & Sweller, 1985; Sweller, 1988; Tarmizi & Sweller, 1988). Dengan kata lain, siswa *novice* lebih fokus ke solusi akhir tanpa memperhatikan masalah dan informasi yang dibutuhkan (*backward*), sedangkan siswa *expert* akan lebih fokus menuju masalah dan memperhatikan informasi yang dibutuhkan sehingga hal tersebut akan membimbingnya menuju solusi (*from the givens to the goals*) (Ayres & Sweller, 1990).

Penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran dengan kolaboratif lebih unggul daripada individual (Retnowati, Ayres, & Sweller, 2018). Retnowati et al. (2018) menambahkan hal ini dikarenakan jika ada anggota kelompok yang memiliki pengetahuan yang kurang (*incomplete knowledge*) akan dilengkapi oleh anggota kelompok yang lain. Noroozi, Teasley, Biemans, Weinberger, & Mulder dalam (Retnowati et al.) menjabarkan terdapat proses penting demi keefektifan pembelajaran kolaboratif. Pertama, siswa harus meningkatkan keahlian anggota kelompok sehingga kompleksitas materi menjadi rendah. Kedua, siswa harus

terlibat dalam diskusi dengan saling bertanya, saling adu argumen dan mengelaborasi informasi sehingga keahlian anggota kelompok saling melengkapi.

Cognitive load theory (Sweller et al., 2011) atau teori muatan kognitif merupakan teori yang didasari pada susunan kognitif manusia. Teori ini membahas mengenai sistem kognitif manusia yang kemudian digunakan untuk mendesain strategi pembelajaran (F. Paas et al., 2010). Teori ini fokus pada pengolahan kognitif dan dapat digunakan untuk menjelaskan bagaimana individu menerima, membangun dan mengelola *biologically secondary knowledge* (Retnowati, 2011; Retnowati et al., 2018). *Biologically secondary knowledge* merupakan pengetahuan yang dipelajari secara eksplisit dan dibutuhkan usaha untuk memperolehnya (Sweller, 2011). Sweller (2011) menambahkan pengetahuan tersebut biasanya diperoleh dari institusi pendidikan.

Dengan demikian jika berpatokan pada *Cognitive Load Theory* (CLT) (Sweller, 1988) maka idealnya pembelajaran harus mampu meminimalkan *extraneous cognitive load* siswa sehingga guru sebagai perancang dan pelaksana pembelajaran harus memperhatikan susunan materi yang diberikan kepada siswa. Selain itu, informasi yang disajikan kepada siswa dan aktivitas yang mereka butuhkan harus disusun untuk mengurangi *working memory load* sehingga memaksimalkan penambahan skema dan otomatisasi skema (Kalyuga et al., 1998). Retnowati et al. (2010) menambahkan pembelajaran seharusnya sebagai wadah untuk menyimpan informasi dalam jumlah besar pada memori jangka panjang bertujuan untuk mengurangi muatan memori kerja.

Kalyuga et al. (1998) menyatakan dalam perspektif *cognitive load theory*, informasi harus tersusun untuk mengeliminasi dan mengurangi beban *working memory*. Sebagai contoh, siswa *novice* membutuhkan suatu strategi pembelajaran yang melibatkan contoh (*example*) dan informasi tambahan dalam menyelesaikan soal matematika secara terstruktur yang bertujuan untuk mengkonstruksi *prior knowledge* dan mereduksi muatan kognitifnya. Sebaliknya, siswa *expert* tidak membutuhkan contoh dan informasi tambahan dalam menyelesaikan soal yang akan dinilai berlebihan dan akan menghabiskan waktu. Kecukupan *prior knowledge* yang dimiliki siswa *expert* akan mampu membantunya memecahkan masalah, sehingga efek informasi berlebih ini diduga mengakibatkan *extraneous cognitive load* pada siswa *expert*.

Expertise reversal effect terjadi ketika suatu strategi pembelajaran berdampak positif pada siswa *novice*, akan tetapi strategi tersebut dapat kehilangan keefektifannya bahkan berdampak negatif pada siswa *expert* (Sweller et al., 2003). Konsep *expertise reversal effect* mulai dikembangkan sejak pertengahan tahun 2000-an (Kalyuga, 2007; Sweller et al., 2003) dan sedang menjadi fokus dalam perspektif *cognitive load theory* (Kalyuga & Renkl, 2010). Hal ini dikarenakan kini perhatian banyak tertuju pada interaksi antara tingkat pengetahuan awal siswa (*prior knowledge*) dengan keefektifan strategi pembelajaran. Sehingga penelitian ini penting untuk dilakukan karena berimplikasi pada praktik pembelajaran terutama kebutuhan siswa *novice* dan *expert*.

Berdasarkan uraian sebelumnya diperlukan data empiris mengenai *expertise reversal effect* di Indonesia sehingga penelitian ini penting untuk dilaksanakan.

Diduga pembelajaran dengan strategi *worked example* dapat menyebabkan *expertise refersal effect* pada siswa *expert*. Kelebihan pembelajaran secara kolaboratif akan memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah siswa dan dapat mereduksi *extraneous cognitive load* siswa sehingga keseluruhan kelas dalam penelitian ini diseting secara kolaboratif. Strategi *problem solving* pada siswa *expert* diduga mampu mereduksi *extraneous cognitive load*, meningkatkan kemampuan siswa dalam menjalankan strategi dan prosedur yang tepat dan meningkatkan *reasoning* siswa.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjabaran pada latar belakang, dapat ditarik beberapa masalah penelitian sebagai berikut.

1. Masih kurangnya penelitian yang memperhatikan peran *prior knowledge*, keterbatasan *working memory*, dan *redundancy effect* dalam pembelajaran.
2. Kurangnya penelitian yang memperhatikan ketepatan strategi yang digunakan untuk siswa *expert*.
3. Masih kurangnya penelitian yang memperhatikan efek pembalikan keahlian (*expertise reversal effect*) pada siswa *expert*, dan masih kurangnya penelitian mengenai desain penelitian dari perspektif *cognitive load theory*.
4. Masih kurangnya penelitian mengenai keefektivan strategi *problem solving* pada siswa *expert* ditinjau dari kemampuan prosedural, *reasoning*, dan *cognitive load*.

C. Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini, permasalahan dibatasi pada materi garis dan sudut, penggunaan dua strategi yaitu strategi *problem solving* dan *worked example* serta melibatkan dua tingkat kemampuan awal siswa yaitu siswa *novice* dan siswa *expert*. Kedua strategi tersebut (*problem solving* dan *worked example*) memiliki langkah-langkah pembelajaran yang sama dalam pelaksanaannya.

D. Rumusan Masalah

Dari penjabaran di atas, dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut.

1. Apakah ada perbedaan efektivitas strategi pembelajaran *problem solving* dan *worked example* ditinjau dari kemampuan prosedural, *reasoning*, dan *cognitive load* siswa?
2. Apakah tingkat kemampuan awal berdampak dalam menentukan efektivitas strategi pembelajaran ditinjau dari kemampuan prosedural, *reasoning* dan *cognitive load* siswa?
3. Apakah ada interaksi antara strategi pembelajaran (*problem solving* atau *worked example*) dengan tingkat kemampuan awal (*expert* atau *novice*) ditinjau dari kemampuan prosedural, *reasoning*, dan *cognitive load*?

E. Tujuan Penelitian

Agar masalah penelitian lebih jelas perlu dirumuskan tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan perbandingan efektivitas pembelajaran strategi *problem solving* dan *worked example* ditinjau dari kemampuan prosedural, *reasoning*, dan *cognitive load* siswa
2. Mendeskripsikan apakah tingkat kemampuan awal berdampak dalam menentukan efektivitas strategi pembelajaran ditinjau dari kemampuan prosedural, *reasoning*, dan *cognitive load* siswa
3. Mendeskripsikan apakah ada interaksi antara strategi pembelajaran (*problem solving* atau *worked example*) dengan kemampuan awal (*expert* dan *novice*) ditinjau dari kemampuan prosedural, *reasoning*, dan *cognitive load*

F. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagi peneliti

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi positif dalam penelitian pendidikan matematika dan penelitian dalam bidang *Cognitive Load Theory*.

2. Bagi guru

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi alternatif sekaligus sebagai bahan pertimbangan untuk pelaksanaan pembelajaran matematika yang efektif sesuai tingkatan kemampuan awal siswa.

3. Bagi siswa

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang berkesan dan bermakna pada siswa.