

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Pembelajaran Matematika di SMA

1. Pengertian Pembelajaran Matematika SMA

Pembelajaran adalah seperangkat peristiwa yang dirancang untuk menghasilkan belajar (Gagne, Briggs, & Warge, 1992). Pembelajaran juga dapat didefinisikan sebagai kegiatan memilih, menetapkan dan mengembangkan metode untuk mencapai hasil pembelajaran yang diinginkan (Hamzah R. Uno, 2010: 83). Selanjutnya Burns, Dimock & Martinez (2000:1) menyatakan pembelajaran adalah proses aktif dan reflektif dari berfikir, kegiatan, dan pengalaman untuk menciptakan pengetahuan baru serta tujuan lain. Berdasarkan pendapat beberapa ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa pembelajaran adalah peristiwa memilih, menetapkan, dan mengembangkan metode untuk mencapai tujuan hendak dicapai.

Pembelajaran memiliki tujuan diantaranya: (1) agar siswa dapat mengatur waktu dan memusatkan perhatian pada tujuan yang ingin dicapai; (2) guru dapat mengatur kegiatan instruksional, metode, strategi untuk mencapai tujuan tersebut; dan (3) guru sebagai evaluator yang dapat menyusun tes sesuai dengan apa yang harus dicapai oleh anak didik (Nana Syaodih Sukmadinata, 2002). Uraian mengenai pembelajaran di atas, mempengaruhi proses pembelajaran matematika di sekolah.

Pembelajaran matematika di sekolah tidak dapat dipisahkan dari definisi matematika. Berdasarkan Lampiran Permendikbud nomor 59 tahun 2014 matematika adalah ilmu universal yang berguna bagi kehidupan manusia, mendasari perkembangan teknologi modern, berperan dalam berbagai ilmu, dan memajukan daya pikir manusia. Nelson (2002: 14) mendefinisikan matematika sebagai ilmu yang tidak terbatas pada angka saja, tetapi keahlian dalam menggunakan prosedur untuk memahami dan mengaplikasikannya.

Ruseffendi (2006: 260) mendefinisikan matematika sebagai hasil pemikiran manusia berhubungan dengan ide, proses, dan penalaran menggunakan simbol, notasi atau lambang yang seragam yang dapat dipahami matematikawan diseluruh dunia. Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa matematika adalah ilmu yang dapat mengembangkan pola berpikir, hubungan, struktur, ide dan konsep dengan pembuktian yang logis untuk membantu manusia dalam mengatasi permasalahannya.

Erman Suherman, Turmudi, Didi Suryadi, Tatang Herman, Suhendra, & Sufyani Prabawanto (2001:15) menyatakan bahwa matematika sekolah adalah matematika yang diajarkan di pendidikan dasar (SD dan SMP) dan pendidikan menengah (SMA dan SMK). Menurut Ruseffendi (2006) matematika diajarkan di sekolah karena matematika berguna dalam memecahkan persoalan kehidupan sehari-hari dan persoalan lain. Saat guru memberikan soal cerita kepada siwa yang sederhana dan dirancang

sedemikian rupa, membuat siswa dapat mengembangkan strategi dalam menyelesaikan masalah. Dalam Permendikbud nomor 59 tahun 2014 terdapat beberapa karakteristik matematika dalam proses pembelajaran yang berlangsung di sekolah sebagai berikut:

- a. Objek yang dipelajari abstrak, yaitu sebagian besar yang dipelajari dalam matematika adalah angka atau bilangan yang secara nyata tidak ada atau merupakan hasil pemikiran otak manusia.
- b. Kebenaranya berdasarkan logika, yaitu kebenaran dalam matematika adalah kebenaran secara logika bukan empiris. Kebenaran matematika tidak dapat dibuktikan melalui eksperimen seperti dalam ilmu fisika atau biologi.
- c. Pembelajarannya secara bertingkat dan kontinu, yaitu penyajian materi matematika disesuaikan dengan tingkatan pendidikan dan dilakukan secara terus-menerus.
- d. Ada keterkaitan antara materi yang satu dengan yang lainnya, yaitu materi yang akan dipelajari harus memenuhi atau menguasai materi sebelumnya.
- e. Menggunakan bahasa simbol, yaitu penyampaian materi menggunakan simbol-simbol yang telah disepakati dan dipahami secara umum.
- f. Diaplikasikan dibidang ilmu lain, maksudnya materi matematika banyak digunakan atau diaplikasikan dalam bidang ilmu lain.

Berdasarkan karakteristik tersebut, matematika dapat membantu siswa untuk berpikir secara sistematis, melalui urutan-urutan yang teratur dan tertentu. Matematika juga dapat mengembangkan kepekaan, kesadaran ataupun kedulian siswa dalam memahami fenomena-fenomena empiris yang ditemui kehidupan sehari-hari. Jika matematika diterapkan dalam kehidupan nyata maka siswa dapat menyelesaikan setiap masalah dengan lebih mudah dan terarah. Sutar (2006) juga mendeskripsikan manfaat matematika sebagai berikut: (1) mengembangkan cara berpikir secara sistematis dan logis; (2) mengembangkan sifat matematika seperti teliti, cermat, bertanggung jawab, dan hati-hati; (3) mengembangkan penalaran

dan pemecahan masalah-masalah yang dihadapi dalam kehidupan siswa sehari-hari; dan (4) relevan dengan ilmu sains.

Pembelajaran matematika pada tingkatan SMA berbeda dengan tingkatan sebelumnya. Siswa pada tingkatan SMA rata-rata berada pada usia antara 15-19 tahun dan tergolong pada masa remaja madya. Berdasarkan tingkat perkembangan intelektual Piaget, anak SMA berada pada tingkat formal yaitu anak dapat menggunakan operasi konkret untuk membentuk operasi yang lebih kompleks, merumuskan hipotesis, mengkombinasikan gagasan, proposisi yang mungkin, dan berpikir reflektif yaitu berpikir tentang berpikirnya yang termasuk kemampuan metakognisi (Ratna Wilis Dahir, 2006: 39). Selanjutnya, Piaget (Upton, 2012: 24) menyatakan pada tahap formal, siswa mampu menyelesaikan masalah abstrak secara logis yang dipengaruhi oleh otak dalam memproses pemikiran.

Siswa SMA diharapkan dapat mengambil keputusan, menentukan strategi, menemukan konsep sendiri, mengaitkan antar konsep, menggunakan simbol dalam berpikir, dan mengomunikasikan konsep yang diperolehnya saat pembelajaran berlangsung. Pembelajaran matematika pada Kurikulum 2013 sudah banyak menggunakan logika dan daya nalar yang bertujuan untuk mengambil keputusan. Oleh karena itu, guru hendaknya memilih dan menggunakan strategi, pendekatan, metode, model dan teknik yang bertumpu pada interaksi unsur pembelajaran dan keterlibatan seluruh indra siswa.

Berdasarkan uraian di atas, pembelajaran matematika SMA adalah proses interaksi antara guru dan siswa dalam memperoleh pengetahuan matematika melalui berbagai kegiatan yang disesuaikan dengan perkembangan intelektual siswa melalui peristiwa memilih, menetapkan, dan mengembangkan metode untuk menghasilkan belajar matematika yang hendak dicapai pada tingkatan SMA.

2. Tujuan Pembelajaran Matematika SMA

Pembelajaran matematika SMA berorientasi pada tercapainya tujuan pembelajaran matematika yang telah ditetapkan dalam Kurikulum 2013. Tujuan yang dimaksud bukan penguasaan materi saja, tetapi proses untuk mengubah tingkah laku siswa sesuai dengan tujuan pembelajaran matematika yang akan dicapai. Berdasarkan *National Council of Teaching Mathematics* (2000) tujuan pembelajaran matematika di sekolah adalah: (1) komunikasi matematis; (2) penalaran matematis; (3) pemecahan masalah; (4) koneksi matematis; dan (5) representasi matematis. *The Mathematical Assosiation* (Chambers, 2008: 11) menjabarkan tujuan pembelajaran matematika sebagai berikut:

- a. Membaca dan memahami bagian-bagian matematika.
- b. Mengomunikasikan secara jelas dan urut menggunakan media yang sesuai.
- c. Bekerja secara jelas dan logis menggunakan notasi dan bahasa yang cocok.
- d. Menggunakan metode yang sesuai untuk memanipulasi bilangan dan simbol-simbol.
- e. Mengoperasikan secara nyata dan imajiner.
- f. Mengaplikasikan urutan mengerjakan, memeriksa, memprediksi, menguji, menggeneralisasi dan membuktikan.
- g. Mengkonstruksikan dan menguji mode matematika dari situasi nyata.

- h. Menganalisis masalah dan memilih teknik untuk menyelesaikan yang sesuai.
- i. Menggunakan keterampilan matematika dalam kehidupan sehari-hari.
- j. Menggunakan alat-alat secara mekanik.

Berdasarkan Lampiran Permendikbud nomor 59 tahun 2014, pembelajaran matematika SMA memiliki tujuan sebagai berikut:

- a. Dapat memahami konsep matematika, yaitu menjelaskan keterkaitan antar konsep dan menggunakan konsep maupun algoritma, secara luwes, akurat, efisien, dan tepat, dalam pemecahan masalah.
- b. Menggunakan pola sebagai dugaan dalam penyelesaian masalah, dan mampu membuat generalisasi berdasarkan fenomena atau data.
- c. Menggunakan penalaran pada sifat, melakukan manipulasi matematika baik dalam penyederhanaan, maupun menganalisa komponen yang ada dalam pemecahan masalah.
- d. Mengomunikasikan gagasan, penalaran serta mampu menyusun bukti matematika dengan menggunakan kalimat lengkap, simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah.
- e. Memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.
- f. Memiliki sikap dan perilaku yang sesuai dengan nilai-nilai dalam matematika dan pembelajarannya, seperti taat azas, konsisten, menjunjung tinggi kesepakatan, toleran, menghargai pendapat orang lain, santun, demokrasi, ulet, tangguh, kreatif, menghargai kesemestaan (konteks, lingkungan), tanggung jawab, adil, jujur, teliti, dan cermat.
- g. Melakukan kegiatan motorik menggunakan pengetahuan matematika.
- h. Menggunakan alat peraga sederhana maupun hasil teknologi untuk melakukan kegiatan-kegiatan matematik (Kemendikbud, 2014: 328)

Berdasarkan deskripsi mengenai tujuan pembelajaran matematika, dapat disimpulkan bahwa tujuan pembelajaran matematika SMA adalah agar siswa mampu: (1) memahami konsep matematika; (2) memecahkan masalah; (3) menggunakan penalaran matematis matematis; (4) mengomunikasikan masalah secara sistematis; dan (5) memiliki sikap dan perilaku yang sesuai dengan nilai dalam matematika.

B. Efektivitas Pembelajaran

Efektif dapat dipandang sebagai pencapaian tujuan yang telah ditetapkan. Pembelajaran dikatakan efektif jika pembelajaran tersebut dapat mengarahkan siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran. Belajar akan lebih efektif apabila individu sadar dan mengetahui proses belajar serta dapat memonitor sendiri strategi, tujuan, hasil, dan akibat dari proses belajar. Oleh karena itu, dalam menentukan keefektifan perlu membandingkan hasil nyata dengan hasil ideal yang ingin dicapai. Berikut karakteristik pembelajaran yang dapat dikatakan efektif menurut Nightingale dan O'neil (Killen, 2009:4) yaitu:

1. Siswa mampu menerapkan pengetahuan dan memecahkan masalah.
2. Siswa mampu mengomunikasikan pengetahuannya kepada orang lain.
3. Siswa mampu memahami hubungan dari pengetahuan yang dimiliki dengan pengetahuan baru yang sedang dipelajari.
4. Siswa mampu mempertahankan pengetahuan yang dimiliki dalam waktu yang lama.
5. Siswa mampu menemukan atau mengonstruksi pengetahuan sendiri.
6. Siswa memiliki keinginan terus belajar.

Berdasarkan NCTM (2000) pembelajaran matematika efektif apabila pembelajaran itu mendukung siswa untuk belajar dengan baik. Selanjutnya Muijs dan Reynolds (2008:338) menyatakan pembelajaran matematika yang efektif melibatkan pembelajaran untuk tujuan memahami, menggunakan *problem solving*, dan bermakna.

Sedangkan menurut Anthony & Margaret (2009: 149) pembelajaran matematika dikatakan efektif apabila: (1) siswa dapat mengoptimalkan hasil akademik, pemahaman konseptual, dan kompetensi yang dimiliki; (2) siswa terlibat langsung dalam pembelajaran dengan memberi kesempatan untuk bertanya, mengetahui risiko dari tindakan; dan (3) guru memfasilitasi siswa

berdasarkan kebutuhan, budaya, dan bahasa. Sejalan dengan Anthony & Margaret, pembelajaran matematika yang efektif berdasarkan *Education Ministry of French* (2010: 6) sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengetahuan dan pemahaman matematika yang dimiliki siswa sebelumnya dan relevan dengan kehidupan.
2. Memenuhi kebutuhan dari keragaman siswa.
3. Pengetahuan dibangun oleh siswa dan siswa terlibat pada semua proses matematika.
4. Menyediakan media untuk membantu siswa merepresentasikan masalah.
5. Terdapat interaksi antara guru dan siswa
6. Memberikan penilaian kepada siswa.

Berdasarkan pendapat beberapa ahli dan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran matematika efektif apabila tujuan pembelajaran matematika yang melibatkan aktivitas siswa dapat tercapai. Selain ketercapaian tujuan pembelajaran pada siswa, hal penting dalam pembelajaran efektif adalah guru. Menurut Beckmann, Chazan, Fennell, Lewis, & Reys (2012: 12) guru matematika yang efektif apabila guru dapat membuat siswa memiliki pengetahuan yang ingin dicapai setelah pembelajaran matematika berlangsung. Selanjutnya menurut Rosenshin & Steven (Lefrancois, 2000: 231) terdapat langkah-langkah yang dilakukan guru agar pembelajaran menjadi efektif sebagai berikut:

1. Memulai pelajaran dengan mengulang singkat materi prasyarat pembelajaran.
2. Memulai dengan menyatakan tujuan pembelajaran.
3. Memulai materi dalam langkah-langkah kecil yang memungkinkan siswa untuk berlatih.
4. Memberikan instruksi secara eksplisit dan rinci serta penjelasannya.
5. Membiarakan semua siswa untuk aktif.
6. Mengajukan banyak pertanyaan untuk memeriksa pemahaman siswa dan memperoleh tanggapan dari semua siswa.
7. Membimbing siswa langsung dalam praktik.

8. Memberikan umpan balik sistematik dan mengoreksi siswa dengan benar.
9. Memberikan instruksi yang jelas dan eksplisit untuk pekerjaan tugas dan memantau kinerja siswa jika diperlukan.

Sedangkan efektivitas pembelajaran yang dimaksud dalam penelitian ini adalah sejauh mana proses pembelajaran matematika dengan model *Brain Based Learning* dalam pendekatan Saintifik berhasil membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran yang dapat dilihat dari kriteria yang telah ditentukan. Kriteria efektif untuk kemampuan metakognisi yaitu apabila lebih dari 75% siswa mencapai nilai *posttest* lebih dari 75. Sedangkan kriteria efektif pada sikap bertanggung jawab apabila banyak siswa yang mencapai skor angket kategori Baik lebih dari 75%.

C. Kemampuan Metakognisi

Dalam memahami pengetahuan baru, individu mengaitkan dan memanggil pengetahuan yang telah diketahui dengan pengetahuan baru serta membangun makna baru (Rusmono, 2012: 13). Kemampuan individu tersebut merupakan salah satu bagian dari kemampuan metakognisi. Flavell (1979) mendefinisikan metakognisi sebagai kemampuan berpikir dalam berpikir untuk memahami, memantau berpikir diri sendiri dan asumsi serta implikasi kegiatan seseorang. Menurut Borich (2007: 339), kemampuan metakognisi adalah proses mental yang membantu individu merefleksikan pikirannya, memahami, dan memanggil kembali bagian yang telah dipelajari.

Kemampuan metakognisi juga dapat didefinisikan sebagai kesadaran individu dalam menggunakan pemikirannya untuk merencanakan, mengontrol,

dan menilai terhadap proses dan strategi kognitif (Cromley, 2000: 222). Kemampuan metakognisi juga dapat diartikan sebagai kesadaran memilih pengetahuan terkait, membuat starategi, memonitor, dan melihat kembali hasil tindakan (Walle, 2008: 59). Berdasarkan beberapa pendapat ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan metakognisi adalah kemampuan individu dalam berpikir untuk mengaitkan, merencanakan, memahami, mengontrol, dan menilai terhadap proses dan strategi kognitifnya.

Metakognisi adalah istilah yang dibuat oleh Flavell pada tahun 1976. Flavell (1979) dalam bukunya "*Metacognition and cognitive monitoring: A newarea of cognitive-developmental inquiry*" menyatakan kemampuan metakognisi mencakup pengetahuan tentang strategis, tugas, dan variabel individu. Berikut penjelasan lebih lanjut tentang pengetahuan dalam metakognisi:

1. Pengetahuan Strategis

Pengetahuan startegis adalah strategi belajar dan berpikir pemecahan masalah, strategi siswa dalam mencari makna dan memahami dari apa yang mereka dengar dan baca saat proses pembelajaran, menentukan tujuan belajar, memperkirakan keberhasilan pencapaian tujuan dan memilih alternatif untuk mencapai tujuan tersebut. Pengetahuan strategis dapat digunakan sebagai alat untuk mengetahui struktur suatu pokok bahasan dalam buku teks, pengetahuan tentang penggunaan metode penemuan atau pemecahan masalah. Strategi ini dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu strategi mengulang-ulang, strategi mengelaborasi, dan

strategi mengorganisasi (Weinstein & Mayer, 1986). Berikut penjelasan lebih lanjut tentang strategi metakognisi sebagai berikut:

- a. Strategi mengulang-ulang yaitu strategi dengan mengulang kata-kata atau istilah untuk mengingat.
- b. Strategi mengelaborasi yaitu strategi yang menggunakan berbagai teknik seperti merangkum, memilih gagasan pokok dan memfrasa.
- c. Startegi mengorganisasi yaitu strategi membuat garis besar, *mind map*, dan membuat catatan.

2. Pengetahuan tentang tugas kognitif.

Pengetahuan ini mencakup manfaat strategi, bagaimana cara menggunakan, kapan pengetahuan itu digunakan dan mengapa menggunakan strategi tersebut.

3. Pengetahuan Diri

Pengetahuan diri mencakup pengetahuan tentang dirinya, cara berpikir, kelemahan dan kekuatan diri dalam kaitanya dengan kognisi dan belajar. Pengetahuan ini bermanfaat untuk mempersiapkan diri ketika siswa tidak mengetahui sesuatu yang kemudian siswa mempunyai strategi unuk mencari informasi yang dibutuhkan. Dalam pengetahuan diri juga siswa harus memiliki keyakinan mampu menyelesaikan tugas dan tujuan siswa untuk melakukan tugas tertentu.

Pengetahuan-pengetahuan di atas akan membantu siswa dalam mengonstruksi strategi dalam merencanakan, mengambil keputusan, memprediksi, dan menetapkan kebenaran dari straegi yang diambil. Siswa

akan sadar tentang proses berpikirnya dan mengevaluasi dirinya sendiri terhadap hasil proses berpikirnya, sehingga hal tersebut akan memperkecil kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah. Komponen kemampuan metakognisi dibagi menjadi dua yaitu pengetahuan metakognisi dan regulasi metakognisi sebagai berikut (Lee & Baylor, 2006; Lai, 2011; Desoete, 2008; Zohar, 2012):

1. Pengetahuan Metakognisi

- a. Pengetahuan deklaratif, yaitu pengetahuan tentang dirinya sebagai pembelajar, strategi yang digunakan, keterampilan, sumber belajar yang dibutuhkan, pengetahuan tentang fakta dan konsep, akibat dari pemilihan strategi.
- b. Pengetahuan prosedural, yaitu pengetahuan menggunakan hal yang telah diketahui, ditanyakan dan pengetahuan tentang strategi.
- c. Pengetahuan kondisional adalah pengetahuan tentang menggunakan prosedur, keterampilan, atau strategi, mengapa dan bagaimana prosedur berlangsung, mengapa prosedur itu lebih baik dari prosedur lainnya dan kesadaran seseorang tentang kondisi yang mempengaruhi belajarnya.

2. Regulasi Metakognisi

- a. *Planning*, yaitu kemampuan merencanakan belajar, mengetahui apa yang diketahui, ditanyakan, membuat prediksi jawaban, alokasi waktu, menetapkan tujuan belajar, menentukan urutan belajar,

membuat strategi belajar, mengetahui kapan dan mengapa strategi digunakan, dan harapan saat belajar.

- b. *Monitoring*, yaitu kemampuan membuat dan menjawab pertanyaan diri sendiri selama proses pembelajaran, mengidentifikasi masalah dan membuat langkah-langkah dalam menyelesaikan masalah, kemampuan memprediksi kejadian yang akan terjadi, menyimpulkan, dan menggunakan strategi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah.
- c. *Evaluating*, yaitu kemampuan melakukan penilaian terhadap kemajuan belajar, mengevaluasi jawaban dengan mengecek kembali bagaimana penyelesaian, menentukan efektivitas dari rencana terbaik proses pembelajaran.

Borich (2007: 455) telah mengidentifikasi ciri-ciri siswa yang menggunakan kemampuan metakognisi dalam proses belajar yaitu: (1) bertanya kepada diri sendiri apa yang dipelajari; (2) membuat peninjauan kembali yang tepat; (3) menilai kemungkinan solusi; (4) memantau hasil dan peninjauan strategi belajar yang tepat; (5) menilai kebenaran dari strategi; (6) menanyakan pada diri sendiri tentang ide yang belum pasti; dan (7) mengetahui kesalahan berpikir.

Hill (2000) menyatakan siswa pada sekolah menengah dianjurkan untuk menggunakan kemampuan metakognisinya dalam proses pembelajaran karena kemampuan metakognisi erat kaitannya dengan berpikir tentang pemikirannya yang dapat mematangkan kemampuan otak dalam kesadaran

berfikir, mengetahui akibat yang ditimbulkan, dan kesadaran diri yang sudah seharusnya dimiliki siswa menengah. Selain itu, menurut Veenman (2010), kemampuan metakognisi dapat membantu siswa mencoba dan menggunakan pengetahuan sebelumnya untuk membuat strategi dalam menentukan penyelesaian yang ditanyakan. Selanjutnya, kemampuan metakognisi dapat memonitoring dan mengevaluasi siswa untuk menghindari atau memperbaiki kesalahan selama proses pemecahan masalah matematika, mendeteksi perkembangan yang dibuat dan membandingkan jawaban yang diberikan terhadap pernyataan masalah.

Ketika individu menggunakan kemampuan metakognisinya, individu tersebut akan merasakan banyak manfaat. Beberapa penelitian membuktikan bahwa individu yang menggunakan kemampuan metakognisi akan memiliki performa lebih baik daripada individu yang menggunakan sedikit kemampuan metakognisinya (Handel, Artelt, & Sabine, 2013: 3). Selain itu, saat siswa mengoptimalkan kemampuan metakognisinya mereka dapat membuat pertanyaan sebagai umpan balik dari pemahamannya (Hill, 2001: 306). Berdasarkan beberapa manfaat yang telah disampaikan di atas, dapat disimpulkan manfaat kemampuan metakognisi sebagai berikut:

1. Individu dapat mengontrol dengan mengajukan pertanyaan, mengingat, memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mengevaluasi, dan mengecek kembali jawaban.
2. Individu dapat merencanakan, menentukan strategi, atau menentukan tujuan.

3. Individu dapat menilai terhadap proses dan strategi kognitif milik dirinya dengan membaca ulang sesuatu yang belum dipahami, mengulang kembali dan memperbaiki salah hitung.
4. Individu dapat mengetahui kelemahan, kekuatan, dan motivasi untuk menyelesaikan tugas, mengetahui situasi, kondisi dan budaya yang dibutuhkan dalam menyelesaikan tugas

Beberapa manfaat kemampuan metakognisi tersebut dapat terwujud, apabila siswa berperan aktif melaksanakan kegiatan untuk meningkatkan kemampuan metakognisi saat pembelajaran. Guru bertindak sebagai fasilitator yang memberikan arahan dan membimbing siswa untuk menyadari dan memahami kata yang tidak dimengerti, membantu menemukan informasi yang penting untuk menyelesaikan soal, dan membantu untuk mengetahui cara membagi soal menjadi langkah spesifik (Santrock, 2007: 304).

Sedangkan dalam melakukan penilaian kemampuan metakognisi siswa, menurut Ozsoya, Gokhan dan Ataman (2009) soal pemecahan masalah dapat digunakan untuk mengetes kemampuan metakognisi. Siswa diberikan setidaknya tiga soal cerita yang berbeda jenis dan mengerjakannya dengan tahapan Polya yaitu memahami, merencanakan, melaksanakan rencana, dan mengecek kembali. Berdasarkan indikator kemampuan metakognisi dari beberapa ahli serta berbagai uraian mengenai kemampuan metakognisi, maka dalam penelitian ini disusunlah indikator kemampuan metakognisi sebagai berikut:

- a. Kemampuan menginterpretasikan masalah yaitu dengan: (1) menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam notasi/grafik/model matematika dan (2) membuat pertanyaan bantuan/tambahan dari masalah yang disajikan untuk menyelesaikan masalah.
- b. Kemampuan menyusun strategi penyelesaian masalah yaitu dengan: (1) menuliskan langkah-langkah dalam meyelesaikan masalah dan (2) menuliskan alasan pemilihan cara dalam menyelesaikan masalah.
- c. Kemampuan memprediksi jawaban yaitu dengan menuliskan prediksi jawaban dari soal beserta alasannya.
- d. Kemampuan menyelesaikan masalah yaitu dengan menuliskan penyelesaian masalah.
- e. Kemampuan mengevaluasi jawaban yaitu dengan: (1) menilai kebenaran jawaban; (2) mengecek kembali jawaban; dan (3) menuliskan nilai dari jawaban.

D. Sikap Bertanggung Jawab

Sikap adalah tingkat afeksi yang positif atau negatif yang dihubungkan dengan objek psikologis seperti simbol, kalimat, slogan, serta ide yang ditunjukkan agar orang dapat membedakan pengaruh yang positif dan negatif (Oemar Hamilik, 2012: 214). Sikap dalam matematika merujuk kepada sifat dan keyakinan yang siswa miliki tentang matematika. Sikap akan mempengaruhi siswa dalam mendekati soal, memperoleh keyakinan dan kepercayaan, menjadi ingin mengambil risiko dan pada akhirnya tercapai keberhasilan dalam menyelesaikan soal (Walle, 2008: 60).

Berdasarkan Kurikulum 2013, aspek sikap bertanggung jawab merupakan salah satu dari karakter yang harus dimiliki. Menurut Lickona (2012), bertanggung jawab berarti menerima dan melaksanakan tugas yang menjadi keharusan seseorang hingga selesai dengan kemampuan terbaik yang dimilikinya. Sikap bertanggung jawab adalah sikap dan perilaku seseorang untuk melaksanakan tugas dan kewajibannya, yang seharusnya dia lakukan, terhadap Tuhan Yang Maha Esa, negara, masyarakat, lingkungan (alam, sosial, dan budaya), dan diri sendiri (Kemendikbud, 2014).

Sikap bertanggung jawab dapat dilihat saat siswa: (1) melengkapi dan mengumpulkan tugas dan PR tepat waktu; (2) menanggung risiko terhadap kepustusan yang diambil; dan (3) menjaga lingkungan agar tetap kondusif (*Education Ministry of French*, 2010: 11). O'Neill (2012: 2) menyatakan bahwa kegiatan yang termasuk sikap bertanggung jawab yang ditunjukkan oleh siswa seperti: (1) melaksanakan tugas dengan cara terbaik dan memiliki etos kerja yang baik; (2) berkontribusi terhadap kegiatan yang melibatkan orang; (3) menyampaikan keputusan yang diambil; dan (4) menggunakan penalaran dalam bertindak.

Paul Suparno (2002) menyatakan sikap bertanggung jawab dapat terlaksana dengan baik, jika memiliki ciri-ciri seperti mengerjakan tugas dengan baik, menghindari sikap menyalahkan orang lain, memahami dan menerima risiko dari perbuatan sendiri dan orang lain. Sedangkan menurut Holck (2010: 6) dalam *The Six Pillar of Character*, siswa yang bertanggung jawab merupakan siswa yang dapat diandalkan, menyelesaikan tugas dengan

baik dan tepat waktu, tidak menyalahkan orang lain, mau mengambil risiko dan berfikir sebelum mengambil keputusan. Berdasarkan beberapa pendapat ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa sikap bertanggung jawab adalah sikap individu yang telah mengetahui kewajiban, melaksanakan tugas, dan menanggung risiko.

Sikap bertanggung jawab merupakan hal yang diperlukan baik secara pribadi maupun kelompok untuk memperoleh hasil belajar yang baik. Sikap bertanggung jawab dapat ditingkatkan dengan memberikan kepercayaan kepada siswa secara perseorangan maupun kelompok untuk melaksanakan target tertentu (Nurul Zuriah, 2011: 55). Hal ini akan membiasakan siswa untuk melakukan tugas sebaik-baiknya dan menggunakan waktu secara efisien. Efisiensi waktu dapat ditunjukkan dengan membagi tugas saat bekerja secara kelompok dan menargetkan waktu penyelesaian tugas agar tugas dapat selesai tepat waktu (Isjoni, 2009: 16).

Selain itu menurut Taymans (2010: 32) sikap bertanggung jawab yang biasa dilatih akan memiliki manfaat diantaranya menjadikan siswa proaktif, terlatih untuk membuat keputusan dan tindakan yang benar, membantu dalam mengendalikan situasi, mengetahui solusi terbaik dan tahu kapan solusi digunakan. Menurut Donaldson (2009: 6) cara menimbulkan sikap bertanggung jawab saat pembelajaran yaitu: (1) siswa belajar secara mandiri baik secara individu maupun bekerja kelompok dilanjutkan dengan menyajikan hasil belajar di depan kelas akan membuat siswa lebih bertanggung jawab dalam memecahkan masalah dan keterampilan matematika; dan (2)

memberikan siswa PR karena PR dapat memberikan kesempatan siswa untuk mengembangkan pembelajaran di kelas, memproses informasi, memperkenalkan pada materi yang akan dipelajari, dan memeriksa pemahaman siswa.

Sedangkan peran guru untuk meningkatkan bertanggung jawab siswa berdasarkan *Education Ministry of French* (2010: 35), dapat dimulai dengan pelaksanaan pembelajaran yang disusun untuk memunculkan sikap bertanggung jawab dan mempercayakan siswa untuk bertanggung jawab seperti mengerjakan tugas sesuai petunjuk, menilai pembelajaran mereka sendiri secara mandiri, dan memberi kesempatan siswa untuk mengajukan usul. Berdasarkan *British Columbia Performance Standard* (2001: 99) terdapat beberapa kegiatan yang dapat meningkatkan sikap bertanggung jawab siswa:

- a. Membentuk kelompok diskusi, pada kegiatan ini siswa akan menghasilkan ide-ide, berbagi pendapat, bekerja sama untuk mengumpulkan data, serta menjaga alat dan bahan diskusi.
- b. Menjaga lingkungan belajar.
- c. Disajikan masalah yang melibatkan jiwa sosial seperti mengidentifikasi dan mengklarifikasi isu-isu dan masalah, memberikan nasihat, menjelaskan cara berperilaku dalam situasi yang sama, menyampaikan tindakan yang akan diambil.
- d. Belajar tentang hak dan tanggung jawab siswa.

Oleh karena itu, menurut Devlin (2002: 127), dalam meningkatkan tanggung jawab saat proses diskusi, siswa harus memiliki pengetahuan pendukung agar diskusi berjalan lancar. Berdasarkan uraian dan indikator sikap bertanggung jawab dari beberapa ahli dapat disimpulkan bahwa sikap bertanggung jawab dalam penelitian ini adalah kemampuan yang ditunjukkan

siswa dalam: (1) melaksanakan tugas sebaik-baiknya; (2) menjaga lingkungan belajar; (3) melaksanakan diskusi kelompok; dan (4) menanggung risiko.

E. Pendekatan Saintifik

1. Pengertian Pendekatan Saintifik

Berdasarkan Permendikbud nomor 65 tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah, proses pembelajaran dipandu dengan kaidah pendekatan Saintifik. Pendekatan Saintifik adalah pendekatan yang berorientasi pada kegiatan yang diawali dengan mengamati sesuatu, dilanjutkan dengan membuat hipotesis, mencari tahu kebenaran hipotesis, dan diakhiri dengan kesimpulan (Kazelik dan Pearson, 2009). Sedangkan menurut Yunus Abidin (2014: 126), pendekatan Saintifik adalah pendekatan dengan pembelajaran yang diorientasikan guna membina kemampuan siswa dalam memecahkan masalah melalui serangkaian aktivitas yang menuntun kemampuan berpikir kritis, berpikir kreatif, dan berkomunikasi dalam upaya meningkatkan pemahaman siswa.

Dalam pelaksanaan Kurikulum 2013 pendekatan Saintifik memiliki tujuan meningkatkan *high order thinking* pada siswa, menyelesaikan masalah secara sistematis, mengomunikasikan ide, dan mengembangkan karakter siswa. Muhammad Hosnan (2014: 36) menyatakan dalam penerapannya pendekatan Saintifik memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Berpusat pada siswa, dimana siswa dibiasakan memberikan penilaian secara objektif terhadap objek tersebut.
2. Pembelajaran berdasarkan masalah faktual dan melibatkan konteks kehidupan anak sebagai sumber belajar.

3. Melibatkan proses kognitif, keterampilan proses sains dalam mengkonstruksi konsep, hukum atau prinsip.
4. Melatih kemampuan komunikasi dan karakter siswa.
5. Memverifikasi kebenarannya dalam arti dikofirmasi, direvisi, dan diulang dengan cara yang sama atau berbeda.
6. Pembelajaran mengangkat hal yang masuk akal.

Berdasarkan karakteristik di atas, pendekatan Saintifik merujuk pada teknik investigasi atas fenomena, memperoleh pengetahuan baru, dan memadukan pengetahuan sebelumnya. Selain itu, aktivitas yang terdapat dalam pendekatan Saintifik dapat melandasi proses pembelajaran sebagai aksioma ilmiah. Menurut Panhuizen (2005: 36) dalam pelaksanaan pendekatan Saintifik, guru membimbing siswa saat diskusi dan aktivitas belajar, melayani siswa dalam memahami masalah, dan pemahaman lebih lanjut pada pengetahuan formal berupa sistem dan simbol matematika. Sedangkan menurut Kurnik (2008), hal yang perlu diperhatikan dalam pendekatan Saintifik sebagai berikut:

- a. Guru mengenalkan fakta-fakta dan bentuk dari kejadian matematika yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari untuk proses berpikir.
- b. Guru menyiapkan masalah yang akan dipecahkan menggunakan langkah dan prosedur saintifik.
- c. Siswa dibiasakan untuk menganalisis, mensintesis, berpikir abstrak, menggeneralisasi, menspesifikasi, dan mengobservasi.
- d. Menggunakan soal pemecahan masalah.
- e. Menggunakan metode induksi yaitu dari hal yang mudah ke susah, simpel ke kompleks, dan menjabarkan teorema baru.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa pendekatan Saintifik adalah pendekatan yang merujuk pada teknik investigasi atas fenomena, memperoleh pengetahuan baru dan memadukan pengetahuan sebelumnya agar siswa memiliki kemampuan melalui tahapan

mengamati, mengumpulkan data, menganalisis data, mengasosiasi, dan mengomunikasikan konsep.

2. Langkah-langkah Pendekatan Saintifik

Apabila guru menerapkan pendekatan Saintifik, maka siswa akan memiliki rasa ingin tahu yang besar. Menurut Kurnik (2008: 429) untuk mewujudkan pembelajaran dengan pendekatan Saintifik diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Siswa dikenalkan objek nyata dan hubungan konsep dengan kehidupan nyata.
- b. Siswa mengamati sesuatu secara umum dari suatu objek untuk mendapatkan ide dari konsep.
- c. Mengumpulkan informasi dan mencari karakteristik suatu objek, memformulasikan dan mengumpulkan konsep-konsep.
- d. Menganalisis dari informasi yang telah dikumpulkan dengan mengabstraksi objek nyata untuk digeneralisasi.
- e. Mengimplementasikan konsep dengan menemukan contoh lain dalam kehidupan sehari-hari dari konsep yang ditemukan.

Berikut langkah-langkah pendekatan Saintifik menurut Kazilek & Pearson (2009):

- a. Mengamati, yaitu kegiatan melihat, mendengar, menyentuh objek.
- b. Mengajukan pertanyaan, yaitu dengan membuat pertanyaan mengapa atau bagaimana suatu dapat terjadi.
- c. Membuat hipotesis, yaitu siswa menduga tentang apa yang menyebabkan sesuatu terjadi
- d. Memprediksi, memprediksikan kemungkinan jawaban dari hipotesis.
- e. Pengujian, yaitu siswa mencari jawaban dengan bereksperimen atau mengumpulkan informasi.
- f. Kesimpulan, yaitu memutuskan bagaimana hasil eksperimen dan pengumpulan informasi.
- g. Mengomunikasikan, yaitu membagi hasil temuan eksperiment dari pekerjaan dengan orang lain.

Sedangkan berdasarkan pengertian pendekatan, Kemendikbud (2014: 337) telah menyajikan aktivitas pendekatan Saintifik dalam 5M yaitu

mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan. Berikut penjelasan lebih lanjut dari 5M:

a. Mengamati

Mengamati merupakan strategi pembelajaran yang menyajikan media objek secara nyata untuk kebermaknakan proses belajar. Mengamati dapat membuat siswa tertantang dalam mengeksplorasi keingintahuan tentang fenomena yang akan dianalisis sesuai dengan perkembangan siswa. Kegiatan mengamati akan melibatkan indra untuk membaca, mendengar, menyimak, melihat, menonton, dengan atau tanpa alat. Menurut Muhammad Hosnan (2014: 39), kegiatan mengamati melibatkan siswa secara langsung dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Menentukan pengetahuan atau objek yang akan diobservasi.
- 2) Membuat pedoman, tata cara, metode dan alat yang digunakan.
- 3) Menentukan dan membatasi data yang perlu diobservasi baik data primer atau sekunder.
- 4) Melakukan observasi dengan cermat.
- 5) Membuat catatan hasil observasi.
- 6) Memahami pencatatan dan penggunaan data.

Ridwan Abdullah Sani (2014: 55) menyatakan kegiatan pengamatan yang dilakukan terdiri dari mengelompokkan, mendeskripsikan dan membandingkan. Aktivitas mengamati memiliki manfaat dalam kegiatan pembelajaran yaitu: (1) memberikan pengalaman langsung dalam memperoleh kebenaran dengan mengecek kebenaran informasi tersebut; (2) membantu proses kognitif melalui proses adaptasi kognitif asimilasi

dan akomodasi; (3) pemahaman kebenaran matematika; dan (4) meningkatkan rasa ingin tahu siswa.

b. Menanya

Implementasi dari pendekatan Saintifik pada hakikatnya dapat membantu seseorang dalam menjawab suatu pertanyaan (Kazilek & Pearson, 2009). Menanya merupakan kegiatan mengajukan pertanyaan tentang informasi yang tidak dipahami dari pengamatan atau pertanyaan untuk mendapat informasi tambahan dan klarifikasi tentang apa yang diamati. Kegiatan menanya ini dapat mengembangkan kreativitas, rasa ingin tahu, dan kemampuan merumuskan pertanyaan untuk berpikir kritis. Pertanyaan tidak selalu dalam bentuk kalimat tanya melainkan dapat dalam bentuk pernyataan.

Bertanya merupakan salah satu cara dalam memperoleh pengetahuan, oleh karena itu pendidik perlu membimbing siswa agar dapat mengajukan pertanyaan yaitu dengan memberikan masalah faktual yang membuat siswa untuk bertanya dari hasil pengamatan. Kegiatan menanya dengan baik dan tepat akan merangsang minat dan motivasi siswa dalam belajar, adapun kegiatan menanya memiliki beberapa fungsi diantaranya: (1) dapat mengecek pemahaman siswa; (2) membangkitkan respon siswa terhadap materi yang akan dipelajari; (3) merangsang kemampuan kognitif dan proses interaksi; dan (4) mengembangkan keterampilan berbicara.

c. Mengumpulkan Informasi

Kegiatan mengumpulkan informasi merupakan kegiatan mencari informasi dari pengamatan, berbagai sumber dan melalui berbagai cara seperti membaca buku lebih banyak, memperhatikan fenomena dengan teliti, atau melakukan eksperimen. Dalam aktivitas ini siswa akan mengeksplorasi, mencoba, berdiskusi, membaca sumber lain, dan memodifikasi. Informasi yang diperoleh selanjutnya diobservasi untuk memperoleh simpulan berupa pengetahuan yang akan digunakan sebagai dasar asosiasi.

Kompetensi yang diharapkan dalam kegiatan mengumpulkan informasi adalah sikap teliti, jujur, bertanggung jawab dan menghargai pendapat orang lain. Sedangkan manfaat mengumpulkan informasi memiliki beberapa fungsi antara lain: (1) mengembangkan minat siswa dalam mempelajari materi; (2) mengembangkan rencana penyelidikan; (3) membantu siswa dalam mencari fakta-fakta; dan (4) mendiskusikan ide dalam pelaksanaan penyelidikan.

d. Mengasosiasikan

Mengasosiasikan adalah kemampuan mengelompokkan beragam ide dan berbagai peristiwa yang telah dikumpulkan, baik terbatas dari hasil kegiatan mengumpulkan/eksperimen maupun hasil dari kegiatan yang mengamati dan kegiatan yang mengumpulkan informasi. Saat mengasosiasi siswa akan mengolah informasi yang sudah dikumpulkan,

menganalisis data, menghubungkan informasi yang terkait dalam rangka menemukan pola dan menyimpulkan.

Kegiatan ini bertujuan untuk menemukan keterkaitan satu informasi dengan informasi lain, menemukan pola dari keterkaitan informasi dan menarik kesimpulan berdasarkan data. Selain itu, mengasosiasikan efektif sebagai landasan menanamkan sikap ilmiah dan motivasi dari pembelajaran partisipatif. Menurut teori asosiasi, proses pembelajaran akan berhasil jika terjadi interaksi langsung antara pendidik dan siswa. Sehingga keterlibatan pendidik dalam mengasosiasi diperlukan agar aktivitas ini berjalan optimal. Kegiatan mengasosiasi memiliki beberapa manfaat yaitu: (1) siswa terlatih menginterpretasi data; (2) memberikan argumen; dan (3) memberikan solusi dengan beberapa penyelesaian alternatif.

e. Mengomunikasikan

Pada tahap ini siswa mengomunikasikan apa yang telah dipelajari selama proses pembelajaran yang telah disusun baik secara kelompok atau individu dari hasil kesimpulan yang telah dibuat bersama dalam bahasa tulis dan bahasa lisan (presentasi). Kegiatan mengomunikasikan dapat diberikan klarifikasi oleh guru agar siswa mengetahui kebenaran dari pekerjaan yang telah dilakukan. Kegiatan komunikasi dapat membentuk kemampuan berbicara depan umum, kepemimpinan, dan keterampilan organisasional.

Berdasarkan beberapa tahap pendekatan Saintifik, masing-masing tahap dalam pendekatan Saintifik dapat membuat siswa terlibat langsung dalam pembelajaran dan dapat memicu siswa agar berperan aktif dalam proses pembelajaran. Selain kelebihan tersebut, Yunus Abidin (2014: 125-129) telah mejabarkan kelebihan pendekatan Saintifik sebagai berikut:

- a. Memandu siswa untuk memecahkan masalah melalui kegiatan perencanaan yang matang, pengumpulan data, analisis data untuk menghasilkan kesimpulan.
- b. Menuntun siswa berpikir sistematis, kritis, kreatif, melakukan aktivitas penelitian dan membangun konseptualisasi pengetahuan.
- c. Membina kepekaan siswa terhadap problematika yang terjadi di lingkungannya.
- d. Membiasakan siswa menanggung risiko pembelajaran.
- e. Membina kemampuan siswa dalam berargumentasi dan berkomunikasi.
- f. Mengembangkan karakter siswa.

Sedangkan menurut Quinn (2011: 1264), kelebihan dari pendekatan Saintifik sebagai berikut:

- a. Siswa akan lebih aktif dalam pembelajaran.
- b. Siswa akan lebih mengingat tentang materi yang dipelajari karena menggunakan objek nyata.
- c. Siswa dapat membuat penjelasan secara mandiri dari apa yang ditemukan dan dilihat.
- d. Siswa dapat mengetahui alasan dari suatu konsep dan mengecek kesalahannya.
- e. Membantu siswa dalam berpikir secara terorganisir dan sistematik.

Selain kelebihan, pendekatan Saintifik juga memiliki kekurangan yang dapat dijadikan motivasi oleh pendidik untuk memperbaiki dan menanganinya, seperti yang dijabarkan oleh Glasgow, Chene, & Yerrick (2010: 54) sebagai berikut:

1. Saat siswa menyusun pertanyaan sendiri, pertanyaan tersebut sering didasarkan kepada ketertarikan siswa dalam bertanya dan tidak terhubung dengan tujuan yang hendak dicapai. Hal tersebut dapat membuat tujuan pembelajaran melenceng dan tidak sesuai yang diharapkan.

2. Pengumpulan data saat pengamatan secara langsung tidak cukup sebagai data secara akurat dibutuhkan beberapa sumber lain.
3. Keterbatasan waktu dalam proses pembelajaran membuat hasil kurang maksimal.

Selain itu, menurut Muhammad Hosnan (2014), pendekatan Saintifik memiliki beberapa kelemahan sebagai berikut:

1. Bantuan guru berkurang sehingga guru jarang menjelaskan.
2. Dapat menghambat laju pembelajaran yang menyita waktu pembelajaran.
3. Kegagalan dan kesalahan dalam bereksperimen akan berakibat pada kesalahan penyimpulan.
4. Apabila minat siswa kurang terhadap materi dan tidak bekonsetrasi atau memecah perhatian peserta dapat menyebabkan pengajaran yang dilakukan tidak efektif.

Berdasarkan pendapat beberapa ahli penulis dapat menyimpulkan kelebihan dan kelemahan dari pendekatan Saintifik sebagai berikut:

1. Kelebihan pendekatan Saintifik:
 - a. Menuntun siswa berpikir sistematis, kritis, kreatif, dan inovatif.
 - b. Membangun konsep pengetahuan dengan melakukan aktivitas penelitian.
 - c. Mengembangkan karakter siswa.
 - d. Memandu siswa untuk memecahkan masalah melalui kegiatan perencanaan yang matang, pengumpulan data, analisis data untuk menghasilkan kesimpulan.
 - e. Membina kepekaan siswa terhadap problematika yang terjadi di lingkungannya.
2. Kekurangan pendekatan Saintifik:
 - a. Bantuan guru berkurang sehingga guru jarang menjelaskan.

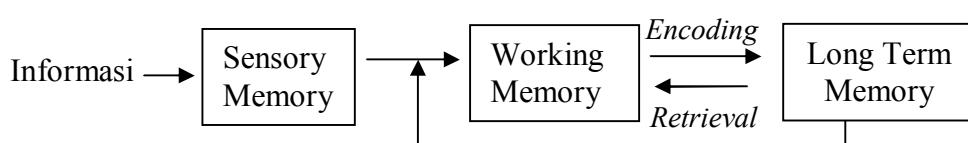
- b. Menyita waktu pembelajaran, sehingga dapat menyebabkan materi tidak sampai tujuan.
- c. Siswa dapat menyusun pertanyaan yang tidak sesuai tujuan materi.
- d. Kesalahan dalam berekspeten akan berakibat pada kesalahan penyimpulan.

Berdasarkan langkah-langkah pendekatan Saintifik dan kajian di atas, dalam penelitian ini langkah-langkah dari pendekatan Saintifik yaitu mengamati, menanya, mencari informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan.

F. Model *Brain Based Learning*

1. Pengertian *Brain Based Learning*

Muijs & Reynolds (2008: 40) menyatakan belajar yang baik ketika siswa merasakan pembelajaran itu menantang tetapi tidak membuat *stress* dan memberikan kesempatan kepada anak untuk menciptakan pola dalam otak. Menurut Cercone (2006), dalam melaksanakan pembelajaran di sekolah pendidik harus memiliki pemahaman tentang bagaimana cara otak saat belajar untuk dijadikan pertimbangan dalam memilih model pembelajaran. Gambar 1 menyajikan cara kerja otak saat belajar menurut Endah Retnowati (2008).



Gambar 1. Cara Kerja Otak Saat Belajar

Informasi yang diterima oleh manusia diolah oleh sistem memori yang ada di otak yaitu *sensory memory* (memori pengindraan), *working memory*

(memori pekerja) dan *long term memory* (memori jangka panjang). Informasi yang diterima oleh *sensory memory* akan diidentifikasi dan dipersepsikan untuk membentuk sinyal stimulus dalam waktu pendek. Pada sistem ini, *sensory memory* memanggil (*retrieval*) pengetahuan awal (*prior knowledge*) yang telah disimpan di *long term memory* untuk mengenali informasi yang sedang dipelajari. Informasi ini kemudian diolah untuk dimaknai di dalam *working memory*.

Namun, lebih lanjut Endah Retnowati (2008) menjelaskan bahwa *working memory* mengolah informasi dalam jumlah terbatas apabila informasi yang diolah terlalu kompleks atau asing, sehingga perhatian siswa mudah dialihkan ketika belajar terlalu lama atau terlalu banyak materi yang kompleks. Apabila perhatian untuk mengindera informasi ditingkatkan, maka *working memory* akan lebih fokus pada informasi yang relevan dengan pelajaran dan mengabaikan informasi yang tidak berkaitan. *Working memory* berfungsi memberi makna, mengorganisasikan materi, dan membentuk pengetahuan baru yang dikaitkan dengan pengetahuan awal untuk disimpan di *long term memory* secara permanen melalui strategi-strategi koding (*encoding*).

Proses belajar akan lebih optimal ketika informasi dihubungkan dengan emosi, pemaknaan, lingkungan, sikap, penilaian, musik, dan gerakan otak sehingga berada pada kondisi yang nyaman (Caine & Caine, 1990). Hal tersebut mengkondisikan siswa untuk memusatkan perhatiannya pada materi yang dipelajari bukan hal yang lain. *Brain Based Learning* adalah model

pembelajaran yang didesain secara ilmiah untuk belajar dengan menyelaraskan cara kerja otak (Jensen, 2008: 12). Siercks (2012: 9) menyatakan *Brain Based Learning* adalah pembelajaran yang didasarkan pada gagasan bahwa setiap bagian otak memiliki fungsi tertentu yang dapat dioptimalkan dalam proses pembelajaran.

Brain Based Learning juga dapat didefinisikan sebagai pembelajaran aktif dan konstruktif yang membawa siswa dalam situasi nyaman, aktif, dan mengetahui keterkaitan dan manfaat dari materi yang dipelajari (Nelson, 2002: 20). Menurut Greenleaf (2003: 14) *Brain Based Learning* adalah pembelajaran yang mempertimbangkan kebutuhan dan proses otak untuk menafsirkan, informasi, mengingat, dan membuat koneksi.

Berdasarkan paparan para ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa *Brain Based Learning* adalah model pembelajaran yang didesain untuk mengembangkan potensi otak dengan menciptakan lingkungan belajar yang nyaman bagi siswa. *Brain Based Learning* mulai dikembangkan tahun 1990-an sejak peneliti mencari tahu bagaimana otak belajar. Jensen (2011: 5) mengemukakan bahwa *Brain Based Learning* melibatkan strategi yang didasarkan pada prinsip-prinsip yang berasal dari satu pemahaman tentang otak.

Pada model *Brain Based Learning* terdapat lima sistem pembelajaran utama yaitu: (1) sistem pembelajaran emosional; (2) sistem pembelajaran sosial; (3) sistem pembelajaran kognitif; (4) sistem pembelajaran fisik; dan (5) sistem pembelajaran reflektif. Selanjutnya Ramakrishnan & Annakodi

(2013) menjabarkan strategi dalam pelaksanaan model *Brain Based Learning*:

a. Sitem pembelajaran emosional

Pada sistem ini siswa ditempatkan pada emosi positif dan menyenangkan seperti: (1) guru membuat lingkungan menjadi positif dengan memberikan pujian kepada usaha yang dilakukan siswa; (2) menggunakan poster, gambar, video, warna yang menarik (disarankan warna oranye dan biru), suhu sekitar $24^0\text{-}25^0\text{C}$, dan beberapa alat bantu yang dapat digunakan untuk membantu siswa belajar; (3) mempersilakan siswa untuk minum air mineral selama pelajaran berlangsung untuk mengurangi *stress* dan menambah perhatian siswa; serta (4) menyalakan musik untuk menenangkan pikiran.

b. Sistem pembelajaran sosial.

Siswa diberikan permasalahan dan sedikit informasi yang dapat digunakan untuk berdiskusi secara berkelompok, selanjutnya siswa menyampaikan kesimpulannya pada siswa lain.

c. Sistem pembelajaran kognitif

Keterhubungan dibutuhkan pada otak, sehingga pada sistem ini siswa diberikan hubungan materi yang akan dipelajari dengan pengalaman yang pernah dialami siswa. Selain itu siswa diberikan soal untuk mengetahui hasil belajarnya, guru menggunakan strategi yang berbeda pada setiap pertemuan, dan membiarkan siswa membuat singkatan untuk memudahkan pelajaran.

d. Sitem pembelajaran fisik

Setiap orang membutuhkan sebanyak 20% oksigen, sehingga untuk mendapatkannya siswa tidak hanya duduk saja tetapi siswa diperbolehkan bergerak, melakukan *streching*, menulis, dan menggambar. Menurut Greenleaf (2003: 18), saat siswa bergerak akan melibatkan miliaran neuron untuk beraktivitas dalam yang dapat mengaktifkan otot tubuh.

e. Sistem pembelajaran reflektif

Pada sistem ini siswa memahami diri sendiri, menjelaskan sesuatu, dan mencoba menghubungkan ide yaitu siswa bersama guru merefleksikan pelajaran yang telah dilakukan.

Siswa yang memahami diri sendiri, memantau pikiran, mengasah kemampuan pemecahan masalah, dan mengembangkan kebiasaan untuk bertanya dapat dilihat pada sistem pembelajaran reflektif model *Brain Based Learning* yang mengolah kemampuan metakognisi dan sikap bertanggung jawab siswa. Selain itu, menurut Siercks (2012: 58) kemampuan metakognisi dapat didukung oleh *Brain Based Learning* karena siswa belajar merefleksikan dirinya melalui pola pemikiran mereka dan belajar dari tindakan mereka.

Menurut Asep Sapaat (2009), dalam menerapkan *Brain Based Learning* guru harus: (1) menciptakan lingkungan belajar yang menantang kemampuan berpikir siswa; (2) menciptakan lingkungan pembelajaran yang menyenangkan; (3) menciptakan situasi pembelajaran yang aktif dan

bermakna bagi siswa. Lingkungan belajar tersebut dapat memberi kesempatan kepada siswa untuk menemukan keterkaitan dan arti dari apa yang mereka pelajari seperti memori, emosi, perhatian, pemetaan, dan pengaruhnya terhadap pembelajaran yang dipelajari (Gozuyesil & Dikici, 2014: 643).

Dalam memaksimalkan model *Brain Based Learning*, Jensen (2010) menjabarkan sepuluh strategi sebagai berikut:

- a. Memperbanyak aktivitas fisik, istirahat, dan gerakan. Hal ini dapat membuat otak lebih efektif dalam menghubungkan yang akan meningkatkan berfikir, belajar, dan ingatan.
- b. Pembuatan anggota kelompok diskusi secara acak dan berbeda setiap pembelajaran. Hal ini bertujuan untuk memperkuat hubungan semua siswa.
- c. Waktu mengajar guru pada satu kelas antara 30 sampai 90 menit per hari dan 3 sampai 5 kali perminggu. Hal ini merupakan waktu yang efektif untuk meningkatkan kapasitas ingatan proses, dan perhatian siswa dalam belajar.
- d. Mengurangi *stress* siswa dengan membangun keterampilan bicara siswa, *scaffolding*, menampilkan seni dan budaya serta aktivitas fisik.
- e. Memberikan siswa motivasi, menghargai pendapat siswa, dan memberikan pujian terhadap semua kegiatan yang dilakukan.
- f. Memberikan waktu bagi otak untuk memproses pengetahuan yang di dapat dengan beristirahat.
- g. Perangkat pembelajaran yang menarik yang dapat meningkatkan perhatian, memori, keterampilan visual dan verbal.
- h. Membangun keterampilan sosial dalam pembelajaran kooperatif untuk membangun kerjasama, kepercayaan, dan rasa ingin tahu.
- i. Guru meningkatkan pengetahuan dan keterampilan tentang psikologi siswa temasuk siswa berkebutuhan khusus.
- j. Memberikan *review* dan kuis kepada siswa untuk mengetahui pencapaian siswa.

Sejalan dengan Jensen, Duman (2006: 3) juga telah membagi empat strategi dalam memaksimalkan pembelajaran *Brain Based Learning* sebagai berikut:

- a. Persiapan sebelum belajar seperti istirahat yang cukup, sarapan, dan membawa air mineral.

- b. Mengatur lingkungan belajar seperti menciptakan atmosfer positif, menggunakan musik, menciptakan lingkungan belajar yang nyaman, dan berinteraksi dengan siswa.
- c. Menjaga perhatian siswa seperti memberikan lelucon dan menyampaikan pelajaran sesuai dengan emosi siswa.
- d. Memperkuat ingatan siswa seperti mengaitkan materi dengan kehidupan siswa, membuat pengulangan yang kreatif, dan mengajarkan teknik mengingat.

Model *Brain Based Learning* berpusat pada siswa dan guru sebagai fasilitator yang berperan mendukung kognitif siswa. Seorang guru yang melakukan model *Brain Based Learning* berpikir mengenai bagaimana cara untuk dapat menemukan kesukaran alamiah siswa dan membangun motivasi sehingga perilaku yang diinginkan muncul sebagai konsekuensi alamiah. Hal ini berarti dalam *Brain Based Learning* ditekankan kepada *student center* yang sesuai dengan Kurikulum 2013. Selain beberapa manfaat di atas, Jensen (2008) telah menjabarkan kelebihan *Brain Based Learning* sebagai berikut:

- a. Penggunaan strategi berdasarkan pada prinsip-prinsip yang berasal dari pemahaman tentang otak dengan penalaran ilmiah atau penelitian.
- b. Meningkatkan ketertarikan dan motivasi siswa untuk masuk kelas.
- c. Mempengaruhi kognisi, perhatian, disiplin kelas, kehadiran, dan memori siswa.
- d. Menjadikan pertimbangan dalam proses pengambilan keputusan.

Mc Carthy (2010) juga menjabarkan kelebihan dari *Brain Based Learning* sebagai berikut:

- a. Siswa dapat berpartisipasi lebih aktif.
- b. Menghubungkan pelajaran dengan pengalaman yang dimiliki dapat lebih memahami konsep.
- c. Membawa siswa pada lingkungan yang nyaman.
- d. Siswa akan mendapat informasi lebih.

Kaufman, Robinson, Bellah, Akers, Wittler, & Martindale (2004), menyatakan kelebihan model *Brain Based Learning* sebagai berikut:

- a. Menciptakan pola, konteks dan keterkaitan pembelajaran dengan pikiran.
- b. Mengumpulkan informasi dalam satu kesatuan dengan berbagai cara.
- c. Pembelajaran *student center* dan menjadikan siswa aktif.
- d. Membebaskan siswa belajar sesuai gayanya.
- e. Guru dapat memberikan pengalaman positif.

Sedangkan menurut Ozden & Mehmet (2008) kelebihan dari *Brain Based Learning* adalah:

- a. Pembelajaran dikaitkan dengan kehidupan nyata, sehingga memudahkan siswa dalam mencari pola dan makna.
- b. Siswa berpartisipasi langsung dalam proses belajar.
- c. Lingkungan belajar yang membuat siswa nyaman membantu dalam proses pembelajaran bermakna.
- d. Membangun pola dan asosiasi di otak sebagai pengalaman yang kompleks dan membuat belajar lebih permanen.

Selain kelebihan, menurut Jensen (2008) *Brain Based Learning* memiliki kekurangan yaitu membutuhkan waktu yang lama karena pembelajaran berpusat pada siswa. *Brain Based Learning* juga membutuhkan persiapan yang lebih banyak (Mc Carthy, 2010). Berdasarkan beberapa ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa kelebihan model *Brain Based Learning* adalah: (1) meningkatkan motivasi siswa untuk belajar; (2) meningkatkan penalaran dan proses berpikir siswa; dan (3) siswa dapat menghubungkan pengalamannya dengan materi yang sedang di pelajari. Sedangkan kelemahannya adalah membutuhkan waktu lama yang dapat membuang waktu saat pelajaran berlangsung.

2. Langkah-langkah Model Brain-Based Learning

Lucas (2011) menyatakan terdapat enam cara agar pembelajaran *Brain Based Learning* berjalan maksimal sebagai berikut:

- a. Menciptakan suasana nyaman dalam belajar dengan membantu siswa tenang dan belajar memanajemen emosinya.

- b. Mendorong perkembangan pola pikir dengan memahami tugas yang menantang agar tetap termotivasi walaupun yang dipelajari sulit.
- c. Menitikberatkan umpan balik, yaitu guru melakukan tes untuk mengetahui perkembangan kemampuan dan pengetahuan siswa.
- d. Senam otak, dengan ini dapat meningkatkan kapasitas oksigen sehingga dapat meningkatkan kemampuan konsentrasi.
- e. *Start Early*, yaitu adanya pemberian informasi dan pengetahuan sebelum siswa mempelajari materi tersebut.
- f. Siswa membuat hubungan materi baru dengan pengetahuan sebelumnya.

Dalam mewujudkan pembelajaran yang maksimal, menurut Cercone (2006), diperlukan langkah-langkah *Brain Based Learning* sebagai berikut:

- a. Pengkondisian lingkungan, yaitu guru membuat siswa merasa nyaman, tidak cemas, dan membantu siswa dalam mengembangkan emosi positif dalam belajar.
- b. Memahami konsep, yaitu pembelajaran berhubungan dengan kehidupan siswa dan mengingatkan pengetahuan sebelumnya. Hal ini akan memudahkan siswa dalam memahami informasi. Pengetahuan sebelumnya yang dimiliki siswa sangat penting untuk membantu memahami konsep baru karena otak akan mengasosiasi informasi baru dengan pengalaman yang dimiliki siswa.
- c. Kebebasan memilih, yaitu pada tahap ini siswa diberi kebebasan untuk menentukan dan memilih cara sendiri dalam menyelesaikan masalah. Hal ini dapat mengurangi ketegangan dalam belajar.
- d. Pengembangan pengetahuan, yaitu siswa membutuhkan waktu untuk mengeksplorasi, memahami, menggunakan informasi dan kemampuan. Waktu dibutuhkan otak untuk mencari dan membangun pola yang nantinya akan disimpan dalam memori jangka panjang.
- e. Aktivitas otak, siswa disajikan aktivitas yang mengembangkan kemampuan sensori seperti menonton video, menggunakan berbagai referensi, multimedia, dan pembelajaran *online*.
- f. Kolaborasi, yaitu siswa berdiskusi secara berkelompok untuk menginvestigasi masalah bersama-sama. Kerja kelompok dapat meningkatkan pemahaman dan kualitas dari hasil. Selain itu dengan berdiskusi akan meningkatkan keaktifan otak dari pada berfikir secara mandiri, perasaan berinteraksi dan perasaan sosial.
- g. Gerakan fisik, gerakan sangat penting untuk setiap fungsi otak, termasuk memori, emosi, bahasa, belajar, menjaga otak yang aktif di kedua sisi, dan memungkinkan penggunaan seluruh otak.
- h. Umpan balik dan aplikasi, yaitu siswa mengaplikasikan pengetahuan yang telah dipelajari dengan mencari contoh lain dan dapat menerapkannya dalam kehidupan nyata.

Sedangkan menurut Duman (2006) langkah-langkah dalam *Brain Based Learning* terdiri dari: (1) pembelajaran dimulai dengan memberikan masalah untuk didiskusikan bersama; (2) siswa berdiskusi untuk menemukan, menghubungkan, dan menggunakan memorinya untuk menemukan konteksnya; dan (3) mengaktifkan otak yaitu siswa menghubungkan pengetahuan sebelumnya dengan pengetahuan yang baru diperolehnya.

Jensen (2008:484) juga telah menjabarkan langkah-langkah model *Brain Based Learning* untuk mengoptimalkan potensi otak siswa sebagai berikut:

a. Prapemaparan

Pada tahap ini, diberikan ulasan tentang pembelajaran baru sebelum menggali lebih jauh dan dapat membangun peta konseptual yang lebih baik seperti menggunakan peta konsep, menyampaikan tujuan pembelajaran, motivasi, dan beberapa pertanyaan apersepsi. Hal ini bertujuan untuk membuat koneksi pada otak tentang informasi baru yang akan diperoleh siswa dan membantu otak membangun peta konseptual yang lebih baik. Berikut hal-hal yang dilakukan dalam fase prapemaparan, yaitu:

- 1) Menyampaikan ulasan tentang topik baru untuk melakukan pemetaan pikiran.
- 2) Mempersilahkan siswa untuk minum air mineral.
- 3) Menciptakan lingkungan pembelajaran yang menarik.
- 4) Memberikan kesempatan siswa untuk menyampaikan pikiran.

b. Persiapan

Tahap persiapan ini adalah tahap awal terlaksananya pembelajaran. Pendidik dapat menghadirkan siswa dalam lingkungan belajar yang menyenangkan. Pendidik tidak hanya memanfaatkan ruang kelas untuk belajar tetapi tempat lain seperti taman dan lapangan sekolah. Dalam tahap ini siswa dapat mengaitkan materi dengan kejadian sehari-hari. Tahap persiapan terdiri dari memberikan masalah kontekstual pada siswa dan menggunakan multimedia dalam menyampaikan masalah.

c. Inisiasi dan akuisisi

Penyampaian informasi materi pelajaran dengan ide kompleksitas dan bermakna. Pada tahap inisiasi dan akuisisi, guru memberikan masalah menantang yang dikerjakan siswa secara berkelompok. Penyampaian masalah ini disajikan secara menarik dan berkesan bagi siswa, dapat dengan visualisasi dan warna.

d. Elaborasi

Elaborasi merupakan tahap pemrosesan yang membutuhkan kemampuan berpikir murni dari pembelajaran. Pada tahap elaborasi ini otak diberikan kesempatan untuk menyortir, menyelidiki, menganalisis, menguji dan memperdalam pembelajaran. Siswa akan mendiskusikan cara-cara atau strategi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan anggota kelompoknya. Kemudian mengungkapkan hasil diskusi tersebut kepada seluruh anggota kelas untuk diberikan masukan atau sanggahan. Dalam tahap ini upaya peningkatan kemampuan pemecahan

masalah matematis dilaksanakan. Selain itu, pada tahap elaborasi siswa membuat catatanya sendiri secara kreatif agar siswa dapat memahami materi pembelajaran dan hubungan antara konsep.

e. Inkubasi dan Formasi memori

Gelombang Alpha diaktifkan pada tahap inkubasi dan formasi memori. Gelombang Alpha merupakan gelombang yang pada otak antara 8 Hz – 12 Hz. Gelombang ini menghubungkan pikiran sadar dan bawah sadar yang berfungsi untuk relaksasi, lebih fokus pada suatu objek, dan mengaktifkan otak tengah dengan tujuan menangkap informasi yang akan tetap tersimpan sesudah pembelajaran.

Pada tahap ini siswa mendengarkan musik dan menyelesaikan soal-soal yang relatif mudah, melakukan peregangan atau refleksi. Menurut Greenleaf (2008) musik yang menggunakan tempo frekuensi dan pola ritmik spesifik dapat membantu dalam meningkatkan konsentrasi pembelajaran dengan memori. Selain itu, pada tahap ini setiap individu bertanggung jawab untuk dirinya sendiri menghilangkan *stress* (Duman, 2010).

f. Verifikasi atau Pengecekan Keyakinan

Pada tahap ini guru mengecek kembali pemahaman siswa terhadap materi dengan menyampaikan apa yang mereka pelajari kepada orang lain dan mengadakan kuis.

g. Integrasi

Pada tahap ini, siswa bersama-sama dengan guru menyimpulkan materi yang baru saja dipelajari kemudian guru memberikan pujian kepada siswa.

Berdasarkan langkah-langkah dari beberapa ahli dan uraian di atas, dalam penelitian ini langkah-langkah pelaksanaan pembelajaran matematika dengan model *Brain Based Learning* dalam pendekatan Saintifik adalah sebagai berikut:

a. Prapemparan

- 1) Siswa melakukan senam otak dan dipersilakan untuk minum air putih.
- 2) Siswa diberikan apersepsi untuk mengingat materi yang diperlukan pada saat pembelajaran.
- 3) Guru menciptakan lingkungan pembelajaran yang menarik dengan menyampaikan kalimat-kalimat positif tentang matematika, menanyakan perasaan siswa, menata tempat duduk, dan memberikan kesempatan siswa untuk menyuarakan pikiran mereka.

b. Persiapan

- 1) Siswa diberi motivasi tentang aplikasi dalam kehidupan sehari-hari yang pernah dilihat dan dirasakan dari pembelajaran yang akan disampaikan. Penyampaian motivasi ini dapat dengan visualisasi video, audio, ataupun dari kegiatan yang sedang dialami siswa.
- 2) Siswa diberikan informasi mengenai tujuan materi yang akan dipelajari.

c. Inisiasi dan Akuisisi

Mengamati

- 1) Siswa mengamati masalah yang disajikan.

Menanya

- 2) Siswa diberi kesempatan untuk membuat pertanyaan dari masalah yang disajikan.

d. Elaborasi

Mengumpulkan Informasi

- 1) Siswa mencoba menyelesaikan masalah secara individu sebelum bekerjasama dalam kelompok.
- 2) Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok.
- 3) Siswa berdiskusi untuk melengkapi LKS dan mencatat serta mencari semua informasi yang dibutuhkan menggunakan buku teks dan internet.

Mengasosiasi

- 4) Siswa menemukan ide dari tujuan pembelajaran

e. Inkubasi dan Formasi memori

- 1) Siswa menyelesaikan masalah menggunakan rumus yang mereka temukan sambil mendengarkan musik.
- 2) Siswa diberikan waktu istirahat dengan melihat tayangan video kegunaan materi, mempersilakan untuk minum, atau melakukan peregangan refleksi.

f. Verifikasi atau Pengecekan Keyakinan

Mengkomunikasikan

Satu kelompok mempresentasikan hasil diskusi kelompok sedangkan kelompok lain memberi masukan atau menyanggah hasil diskusi kelompok.

g. Integrasi

- 1) Guru memberikan pujian kepada kelompok yang sudah bersedia mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas dan memotivasi

kelompok lain yang belum mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas.

- 2) Siswa diberi kesempatan untuk bertanya apabila masih ada materi yang belum dipahami.

G. Materi Persamaan Lingkaran

Menurut Johannes (2001: 1) geometri adalah suatu bidang ilmu ukur yang membahas prinsip-prinsip dasar yang menjadi pokok suatu struktur subjek sehingga dapat dibentuk menjadi suatu struktur logis dan sistematik. *National Council of Teaching Mathematics* (Koenig, 2007) mengemukakan bahwa standar pengajaran geometri pada tingkat SMA bertujuan agar siswa dapat mencapai kegiatan sebagai berikut:

- 1) Menganalisis karakteristik bentuk geometri dua dimensi dan tiga dimensi serta mengembangkan argumen tentang hubungan geometri.
- 2) Menyebutkan dengan rinci dan mendeskripsikan hubungan spasial (ruang) menggunakan koordinat geometri dan representasi lainnya.
- 3) Mengaplikasikan transformasi dan menggunakan simetri untuk menganalisis situasi dan persoalan matematika.
- 4) Menggunakan visualisasi dan pemodelan matematika untuk menyelesaikan masalah.

Salah satu pokok bahasan dalam geometri adalah persamaan lingkaran. Persamaan lingkaran merupakan persamaan yang memenuhi sifat titik-titik (x, y) yang berjarak sama pada titik tertentu. Dalam Kurikulum 2013, persamaan lingkaran dipelajari pada matematika wajib kelas XI. Adapun Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar pada materi Persamaan Lingkaran disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. KI dan KD Persamaan Lingkaran

Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar
2. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	
3. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.3 Menunjukkan sikap bertanggung jawab, rasa ingin tahu, jujur dan perilaku peduli lingkungan
4. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahu tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.	3.18 Memahami konsep persamaan lingkaran dan menganalisis sifat garis singgung lingkaran dengan menggunakan metode koordinat. 3.19 Memahami konsep dan kurva lingkaran dengan titik pusat tertentu dan menurunkan persamaan umum lingkaran dengan metode koordinat.
5. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.	4.13 Mengolah informasi dari suatu masalah nyata, mengidentifikasi sebuah titik sebagai pusat lingkaran yang melalui suatu titik tertentu, membuat model matematika berupa persamaan lingkaran dan menyelesaikan masalah tersebut 4.14 Merancang dan mengajukan masalah nyata terkait garis singgung lingkaran serta menyelesaiakannya dengan melakukan manipulasi aljabar dan menerapkan berbagai konsep lingkaran.

Berikut deskripsi singkat materi yang dipelajari dalam persamaan lingkaran matematika wajib kelas XI Kurikulum 2013.

1. Bentuk Persamaan Lingkaran

Lingkaran yang berpusat di $P(0,0)$ dan berjari-jari r persamaannya adalah $x^2 + y^2 = r^2$. Persamaan lingkaran yang berpusat di $P(a,b)$ dan berjari-jari r persamaannya adalah $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$. Persamaan ini dapat juga diuraikan dengan bentuk lain, yaitu:

$$\begin{aligned}(x - a)^2 + (y - b)^2 &= r^2 \\ \Leftrightarrow x^2 - 2ax + a^2 + y^2 - 2by + b^2 &= r^2 \\ \Leftrightarrow x^2 + y^2 - 2ax - 2by + a^2 + b^2 &= r^2.\end{aligned}$$

$A = -2a, B = -2b$, dan $C = a^2 + b^2 - r^2$, persamaan di atas dapat ditulis sebagai $x^2 + y^2 + Ax + By + C = 0$. Persamaan ini disebut bentuk umum persamaan lingkaran. Perhatikan hubungan: $A = -2a$ diperoleh $a = -\frac{A}{2}$,

$$b = -\frac{B}{2}, \text{ dan } C = a^2 + b^2 - r^2 \Leftrightarrow r = \sqrt{a^2 + b^2 - C} \Leftrightarrow r =$$

$$\sqrt{\left(-\frac{A}{2}\right)^2 + \left(-\frac{B}{2}\right)^2 - C}$$

2. Kedudukan Titik terhadap Lingkaran

a. Kedudukan Titik $P(x,y)$ terhadap Lingkaran Berpusat $P(0,0)$

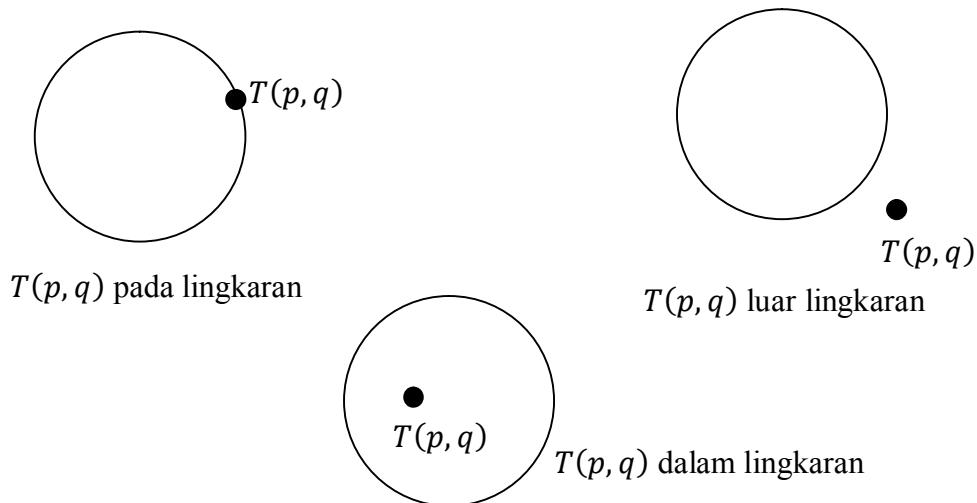
- 1) Terletak di dalam lingkaran jika $x^2 + y^2 < r^2$
- 2) Terletak pada lingkaran jika $x^2 + y^2 = r^2$
- 3) Terletak di luar lingkaran jika $x^2 + y^2 > r^2$

b. Kedudukan Titik $S(x,y)$ terhadap Lingkaran Berpusat $P(a,b)$

- 1) Terletak di dalam lingkaran jika $(x - a)^2 + (y - b)^2 < r^2$

- 2) Terletak pada lingkaran jika $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$
- 3) Terletak di luar lingkaran jika $(x - a)^2 + (y - b)^2 > r^2$

Kedudukan titik terhadap lingkaran seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Kedudukan Titik Terhadap Lingkaran

3. Kedudukan Garis terhadap Lingkaran

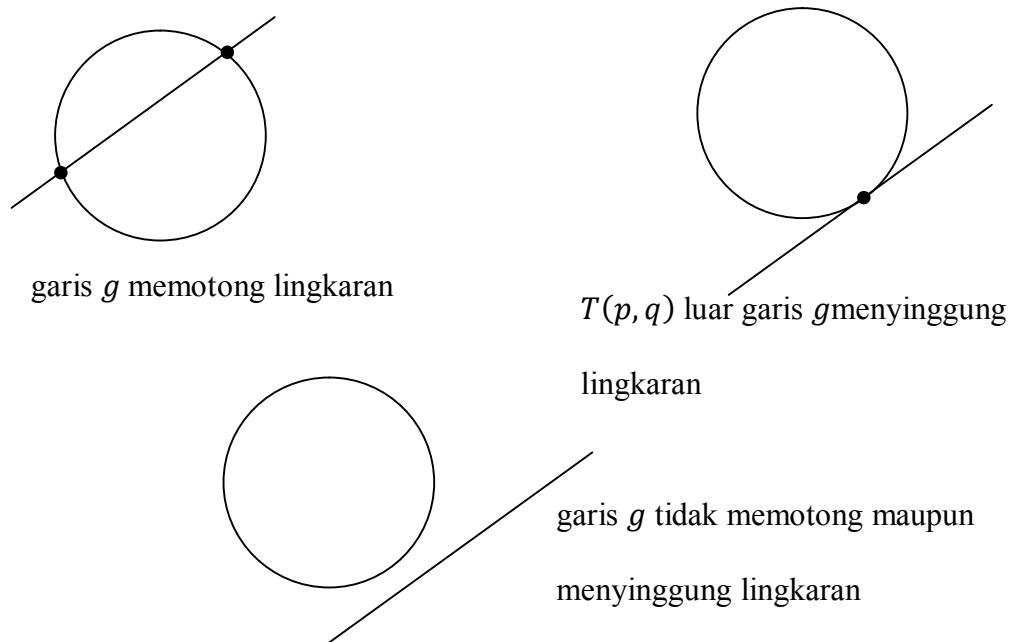
Misalkan diketahui garis lurus g dengan persamaan $y = mx + k$ dan lingkaran $x^2 + y^2 + Ax + By + C = 0$. Secara aljabar, dapat mensubstitusikan persamaan g ke dalam persamaan lingkaran hingga diperoleh:

$$\begin{aligned} x^2 + (mx + k)^2 + Ax + B(mx + k) + C &= 0 \\ \Leftrightarrow (1 + m^2)x^2 + (A + 2mk + Bm)x + (C + Bk + k^2) &= 0 \end{aligned}$$

Dalam menentukan kedudukan garis terhadap lingkaran dengan menentukan nilai diskriminan $D = b^2 - 4ac$ sebagai berikut:

- a. Bila $D > 0$, maka garis g memotong lingkaran di dua titik berlainan.
- b. Bila $D = 0$, maka garis g menyentuh lingkaran.
- c. Bila $D < 0$, maka garis g tidak memotong maupun tidak menyentuh

Gambar 3 berikut menunjukkan kedudukan garis terhadap lingkaran.

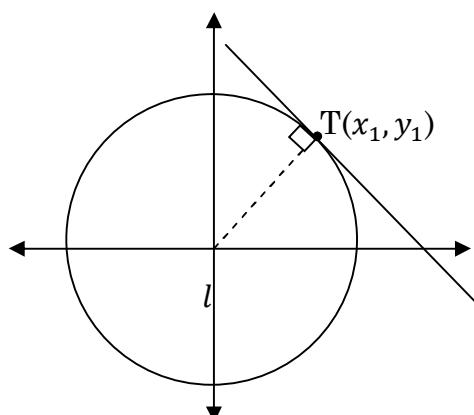


Gambar 3. Kedudukan Garis Terhadap Lingkaran

4. Persamaan Garis Singgung Lingkaran

a. Persamaan Garis Singgung Lingkaran Melalui Suatu Titik dan Pusat $(0,0)$

Pada Gambar 4 garis l merupakan garis singgung lingkaran $x^2 + y^2 = r^2$ dan titik $T(x_1, y_1)$ adalah titik singgungnya. Hal ini berarti $x_1^2 + y_1^2 = r^2$.



Gambar 4. Garis Singgung Lingkaran Pusat $(0,0)$

Proses penentuan persamaan garis singgung l :

- 1) Garis singgung l tegak lurus garis OT

Gradien garis $OT = m_{OT} = \frac{y_1}{x_1}$, maka gradien garis l adalah $m_l = -\frac{x_1}{y_1}$, karena $m_l \cdot m_{OT} = -1$.

- 2) Persamaan garis singgung l ditentukan oleh:

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

$$y - y_1 = -\frac{x_1}{y_1}(x - x_1)$$

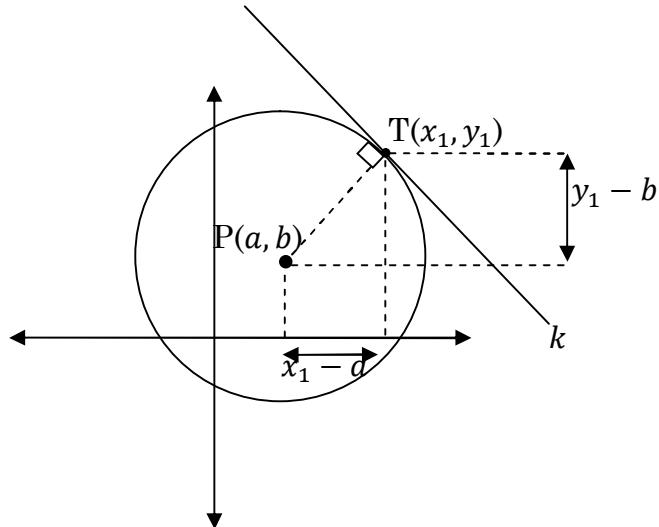
$$yy_1 - y_1^2 = -xx_1 + x_1^2$$

$$yy_1 + xx_1 = x_1^2 + y_1^2$$

$$yy_1 + xx_1 = r^2$$

- b. Persamaan Garis Singgung Lingkaran Melalui Suatu Titik dan Pusat

$$(a, b)$$



Gambar 5. Garis singgung Lingkaran dengan Pusat (a,b)

Garis k pada Gambar 5 merupakan garis singgung lingkaran $(x - a)^2 + (y - b)^2$ dan titik $T(x_1, y_1)$ adalah titik singgungnya.

a. garis singgung l tegak lurus garis PT

b. gradien garis $PT = m_{PT} = \frac{y_1 - b}{x_1 - a}$, maka gradien garis l adalah $m_l = -\frac{(x_1 - a)}{(y_1 - b)}$, karena $m_l \cdot m_{PT} = -1$.

c. Persamaan garis singgung k ditentukan oleh:

$$y - y_1 = m_l(x - x_1)$$

$$\Leftrightarrow y - y_1 = -\frac{(x_1 - a)}{(y_1 - b)}(x - x_1)$$

$$\Leftrightarrow (y - y_1)(y_1 - b) = -(x_1 - a)(x - x_1)$$

$$\Leftrightarrow yy_1 - yb - y_1^2 + y_1b = -(xx_1 - x_1^2 - xa + x_1a)$$

$$\Leftrightarrow xx_1 - xa + x_1a + yy_1 - yb - y_1b = x_1^2 + y_1^2$$

Karena $T(x_1, y_1)$ terletak pada lingkaran $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$, maka diperoleh:

$$(x_1 - a)^2 + (y_1 - b)^2 = r^2$$

$$\Leftrightarrow x_1^2 - 2x_1a + a^2 + y_1^2 - 2y_1b + b^2 = r^2$$

$$\Leftrightarrow x_1^2 + y_1^2 = r^2 - a^2 + 2x_1a + 2y_1b - b^2$$

Substitusikan $x_1^2 + y_1^2 = r^2 - a^2 + 2x_1a + 2y_1b - b^2$ ke persamaan garis singgung di atas, diperoleh:

$$xx_1 - xa + x_1a + yy_1 - yb + y_1b = r^2 - a^2 + 2x_1a + 2y_1b - b^2$$

$$\Leftrightarrow (xx_1 - xa + x_1a + a^2) + (yy_1 - yb + y_1b + b^2) = r^2$$

$$\Leftrightarrow (x - a)(x_1 - a) + (y - b)(y_1 - b) = r^2$$

5. Persamaan Garis Singgung dengan Gradien Tertentu m

a. Persamaan Garis Singgung Lingkaran dengan Gradien dan Pusat $(0,0)$

Persamaan garis dengan gradien m , mempunyai bentuk $y = mx + n$.

Mensubstitusikan $y = mx + n$ ke persamaan lingkaran $x^2 + y^2 = r^2$,

diperoleh:

$$x^2 + (mx + n)^2 = r^2$$

$$\Leftrightarrow x^2 + m^2x^2 + 2mnx + n^2 - r^2 = 0$$

$$\Leftrightarrow (m^2 + 1)x^2 + 2mnx + (n^2 - r^2) = 0$$

Penentuan nilai diskriminasi

$$D = (2mn)^2 - 4(m^2 + 1)(n^2 - r^2)$$

$$D = 4m^2n^2 - 4m^2n^2 + 4m^2r^2 - 4n^2 - 4r^2$$

$$D = 4(m^2r^2 - n^2 + r^2)$$

Syarat garis menyinggung lingkaran adalah $D = 0$

$$4(m^2r^2 - n^2 + r^2) = 0$$

$$m^2r^2 - n^2 + r^2 = 0$$

$$m^2r^2 + r^2 = n^2$$

$$n^2 = r^2(m^2 + 1)$$

$$n = \pm r\sqrt{(m^2 + 1)}$$

Mensubstitusikan nilai n ke persamaan garis $y = mx + n$ diperoleh persamaan garis singgung pada lingkaran $x^2 + y^2 = r^2$ dengan gradien m yaitu:

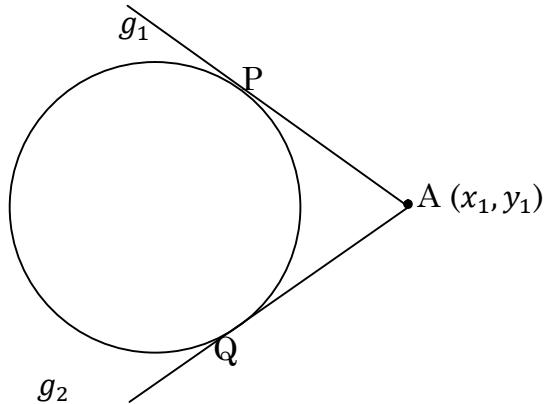
$$y = mx \pm r\sqrt{(m^2 + 1)}$$

b. Persamaan Garis Singgung Lingkaran dengan Gradien dan Pusat (a, b)

Penentuan garis singgung pada lingkaran $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$ sama dengan penentuan garis singgung pada lingkaran $x^2 + y^2 = r^2$ dengan gradien m . Dengan mensubstitusikan x menjadi $(x - a)$ dan y menjadi $(y - b)$ pada persamaan garis singgung $y = mx \pm r\sqrt{(m^2 + 1)}$ diperoleh:

$$y - b = m(x - a) \pm r\sqrt{(m^2 + 1)}$$

5. Persamaan Garis Singgung Melalui Titik di Luar Lingkaran



Gambar 6. Garis Singgung Melalui Titik di Luar Lingkaran

Penentuan persamaan garis singgung melalui sebuah titik di luar lingkaran dapat dilakukan dengan menarik dua buah garis g_1 dan g_2 pada lingkaran dengan titik singgung P dan Q seperti pada Gambar 6. Langkah-langkah dalam menentukan persamaan garis singgung melalui sebuah titik di luar lingkaran yaitu dengan membuktikan titik berada di luar lingkaran kemudian menentukan persamaan garis singgung lingkaran. Terdapat tiga cara menentukan persamaan garis singgung melalui titik di luar lingkaran yaitu: (1) pertolongan garis singgung; (2) sifat diskriminan; 3) rumus persamaan garis singgung dengan gradien m .

a. Pertolongan Garis Singgung

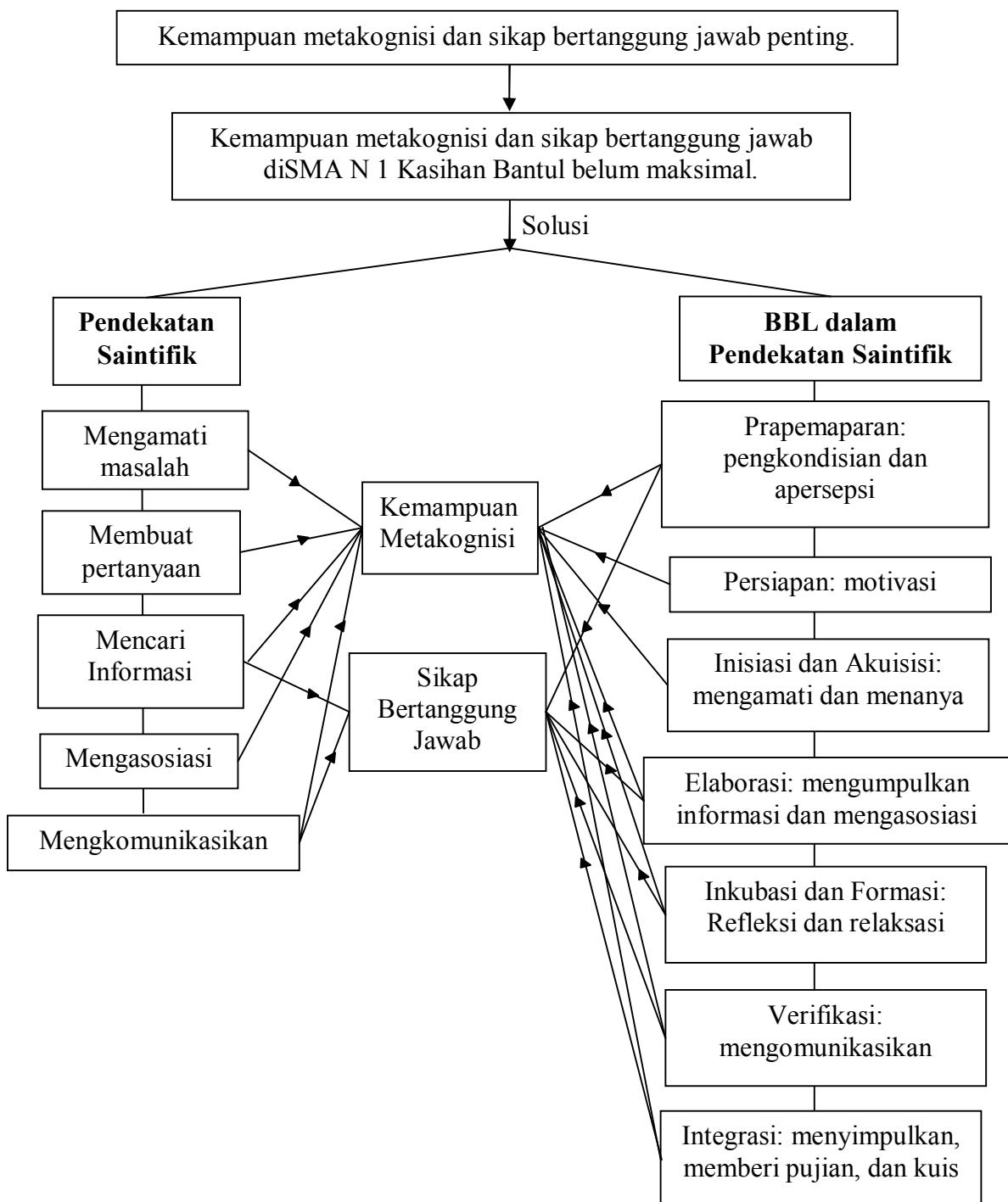
- 1) Mensubstitusikan titik A ke persamaan garis singgung dengan pusat $(0,0)$ untuk mendapatkan persamaan y_1
- 2) Mensubstitusukan persamaan y_1 ke persamaan lingkaran untuk mendapatkan nilai x_1

- 3) Mensubstitusikan nilai x_1 untuk mendapat nilai y_1
 - 4) Mensubstitusikan nilai x_1 dan y_1 ke persamaan garis singgung lingkaran.
- b. Sifat Diskriminan
- 1) Mensubstitusikan titik A ke persamaan garis dengan gradien tertentu untuk mendapatkan persamaan y .
 - 2) Mensubtitusikan persamaan y ke persamaan lingkaran.
 - 3) Mencari nilai gradien dengan sifat diskriminan $D = 0$.
 - 4) Mensubstitusikan nilai gradien ke persamaan garis.
- c. Rumus Persamaan Garis Singgung dengan Gradien m
- 1) Menemukan gradien

Menggunakan persamaan garis singgung lingkaran dengan gradien tertentu dengan mensubstitusikan titik A ke persamaan garis singgung lingkaran
 - 2) Mensubstitusikan gradien ke persamaan garis singgung lingkaran.

H. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir dalam penelitian ini digambarkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Kerangka Berpikir

I. Penelitian Yang Relevan

Dalam penelitian ini penulis mengacu pada penelitian sebelumnya yang relevan dilakukan oleh:

1. Heru Sukoco (2013), meneliti tentang pengaruh *Brain Based Learning* terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa SMA. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa *Brain Based Learning* efektif dan lebih unggul dibandingkan dengan pembelajaran konvesional ditinjau dari kemampuan komunikasi matematis. Walaupun penelitian ini meneliti tentang kemampuan komunikasi matematis. Namun masih relevan, karena terdapat unsur-unsur dalam komunikasi matematis yang sama dengan kemampuan metakognisi.
2. Megawati Subagyo Putri (2010), meneliti tentang pembelajaran matematika dengan *Brain Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan metakognisi siswa SMP. Hasil penelitian ini menyimpulkan kemampuan metakognisi siswa meningkat setelah diberi perlakuan dan kelas yang menerapkan pembelajaran *Brain Based Learning* lebih baik dari pada kelas yang menggunakan pembelajaran secara konvensional. Walaupun penelitian ini dilakukan pada siswa SMP. Namun penelitian ini relevan karena diduga hasilnya tidak berbeda dengan pembelajaran siswa SMA sehingga dapat dijadikan acuan keberhasilan *Brain Based Learning*.
3. Nur Afifah (2013), meneliti tentang penerapan *Brain Based Learning* dalam pembelajaran matematika untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan motivasi belajar siswa SMP. Hasil penelitian ini

menyimpulkan bahwa kemampuan pemecahan masalah dan motivasi siswa yang memperoleh pembelajaran *Brain Based Learning* lebih baik daripada kelas yang menggunakan pembelajaran biasa. Walaupun variabel yang diteliti adalah pemecahan masalah dan motivasi belajar, tetapi penelitian ini relevan karena unsur pemecahan masalah terdapat dalam kemampuan metakognisi dan unsur motivasi terdapat dalam sikap bertanggung jawab. Selain itu, penelitian ini dilakukan pada siswa SMP. Namun penelitian ini relevan karena diduga hasilnya tidak berbeda dengan pembelajaran siswa SMA sehingga dapat dijadikan acuan keberhasilan *Brain Based Learning*.

4. Eva Sofia (2013), meneliti tentang penerapan pembelajaran *Brain Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi, penalaran matematis dan karakter siswa SMA. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa kemampuan komunikasi, penalaran matematis mengalami peningkatan dan lebih baik dari pembelajaran konvensional dan karakter siswa tergolong positif. Walaupun penelitian ini meneliti tentang kemampuan komunikasi, penalaran matematis dan karakter siswa. Namun masih relevan, karena terdapat unsur-unsur dalam kemampuan komunikasi dan penalaran matematis yang sama dengan kemampuan metakognisi, serta terdapat indikator yang sama antara karakter dengan sikap bertanggung jawab.

J. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan deskripsi teori dan kerangka berpikir yang telah diuraikan, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Pembelajaran matematika dengan model *Brain Based Learning* dalam pendekatan Saintifik efektif ditinjau dari kemampuan metakognisi siswa SMA N 1 Kasihan Bantul.
2. Pembelajaran matematika dengan model *Brain Based Learning* dalam pendekatan Saintifik efektif ditinjau dari sikap bertanggung jawab siswa SMA N 1 Kasihan Bantul.
3. Pembelajaran matematika dengan pendekatan Saintifik efektif ditinjau dari kemampuan metakognisi siswa SMA N 1 Kasihan Bantul.
4. Pembelajaran dengan pendekatan Saintifik efektif ditinjau dari sikap bertanggung jawab siswa SMA N 1 Kasihan Bantul.
5. Pembelajaran matematika dengan model *Brain Based Learning* dalam pendekatan Saintifik lebih efektif daripada pembelajaran matematika dengan pendekatan Saintifik ditinjau dari kemampuan metakognisi siswa SMA N 1 Kasihan Bantul.
6. Pembelajaran matematika dengan model *Brain Based Learning* dalam pendekatan Saintifik lebih efektif daripada pembelajaran matematika dengan pendekatan Saintifik ditinjau dari sikap bertanggung jawab siswa SMA N 1 Kasihan Bantul.