

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pandemi *corona virus disease* (Covid-19) telah menjadi masalah besar bagi kehidupan manusia di dunia sejak akhir tahun 2019 dan memiliki dampak negatif bagi semua lini kehidupan, baik dalam aktivitas hidup sehari-hari maupun kualitas hidup manusia. Bidang yang memiliki dampak langsung dari adanya pandemi Covid-19 ini adalah kesehatan (*healthcare*), ekonomi dan sosial (Haleem et al., 2020). Pada bidang kesehatan, secara umum adalah adanya kebijakan yang diterapkan oleh *World Health Organization* (WHO) yaitu penerapan protokol kesehatan (*hygiene protocol*). Kemudian, dampak pada bidang sosial adalah pada sektor pelayanan (jasa) yang tidak dapat memberikan pelayanan dengan layak dan adanya jaga jarak (*social distancing*) dengan rekan-rekan dan anggota keluarga. Hal ini berakibat pada aktivitas pembelajaran di sekolah secara tatap muka yang ditiadakan. Banyak negara di dunia, termasuk Indonesia, yang membuat kebijakan dengan mengubah kegiatan pendidikan dengan cara menghadirkan proses pendidikan dengan moda daring bagi siswa (Abidah et al., 2020).

Kebijakan pendidikan yang diambil oleh *The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) sebagai respon terhadap hadirnya pandemi Covid-19 adalah menghimbau pelaksanaan kegiatan sekolah melalui platform digital sebagai media pembelajaran jarak jauh bagi peserta didik jenjang sekolah dan perguruan tinggi (UNESCO et al., 2021). Platform pembelajaran jarak jauh ini menggunakan berbagai jenis, di antaranya: TV pendidikan, konten digital, platform *e-learning*, dan lain sebagainya (UNESCO, 2021). Sebagai contoh, di Jepang digunakan platform *Future Classroom*, *MEXT*, dan *NHK Education*. Australia menggunakan platform *ABC TV Education* dan *Scootle*, sedangkan di United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland digunakan *BBC Bitesize* dan *DfE Online Education Resources*. Malaysia menggunakan *MoE-DL*, *Eduweb TV*, dan *TV Okey*, dan Indonesia menggunakan Radio Edukasi, Rumah Belajar, SPADA, dan TV Edukasi. Hal ini juga diberlakukan di negara-negara lain di dunia dari kawasan benua Afrika, kawasan negara-negara Arab, kawasan Asia dan

Pasifik, kawasan Eropa Timur dan Asia Tengah, kawasan Eropa Barat dan Amerika Utara, dan kawasan Amerika Latin dan Karibia.

Data dari *United Nations Children's Fund* (UNICEF) menunjukkan bahwa selama pandemi Covid-19 terdapat sebanyak 1,2 milyar anak dari 186 negara yang terkena dampak dari penutupan sekolah (UNESCO et al., 2021). Hadirnya pandemi Covid-19 telah memperlebar kesenjangan pendidikan di Indonesia. Selama pandemi Covid-19, sebanyak 530.000 sekolah telah ditutup dan sebanyak 68.000.000 pembelajaran siswa bergeser ke pembelajaran jarak jauh (UNESCO et al., 2021). Sehingga terpaksa dilakukan secara masif dan memaksa pelaku pendidikan (guru dan dosen) untuk berinovasi dalam pembelajaran, khususnya pembelajaran digital. Demikian pula halnya bagi siswa dan orang tua, dituntut untuk melek digital dan memiliki keterampilan mengoperasikan perangkat digital. Di Indonesia sendiri, kebijakan pendidikan yang diambil pada masa darurat Covid-19 tertuang dalam Surat Edaran Mendikbud Nomor 4 tahun 2020 yang mengatur tentang Ujian Nasional (UN) yang dibatalkan, Belajar dari Rumah, Ujian Sekolah (US), Ujian Kenaikan Kelas (UKK), dan Penerimaan Peserta Didik Baru (PPDB) 2020, dan dana BOS dan BOP (Mendikbud, 2020).

Selain isu tentang adanya pandemi Covid-19 yang menyebabkan krisis pada dunia pendidikan, telah banyak isu global yang memerlukan perhatian dari pendidik, peneliti, dan pemerhati pendidikan. UNESCO sebagai badan khusus PBB bidang pendidikan, dalam laporannya mengemukakan bahwa UNESCO memiliki tantangan dalam menyediakan pembelajaran yang transformatif, dengan fokus khusus pada kesetaraan gender dan isu Afrika pada semua aksi (UNESCO, 2021). Banyak masalah global yang segera perlu diatasi, seperti perubahan iklim, kemunduran demokrasi, meningkatnya ketidakesetaraan sosial, dan meningkatnya fragmentasi sosial. Itu semua menjadi pekerjaan rumah bagi lembaga pendidikan di seluruh dunia.

Dalam laporan UNESCO seperti yang dikemukakan di atas, untuk mengatasi masalah-masalah yang muncul tersebut perlu adanya kerjasama antara peneliti universitas dengan sekolah dasar dalam hal membangun kurikulum yang relevan. Beberapa aksi kecil juga perlu diajarkan kepada siswa seperti kampanye gerakan *paperless*. Gerakan *paperless* tentu memerlukan alternatif pembelajaran yang secara substansi tetap efektif dan efisien namun dapat mengatasi permasalahan yang mendesak untuk diselesaikan. Sebagai contoh, pembelajaran

dengan pensil dan kertas dapat digantikan dengan pembelajaran berbasis teknologi komputer.

Selain tantangan dari UNESCO, kondisi pendidikan di beberapa kawasan regional Asia, sebagai contoh di Asia Timur telah menunjukkan performa yang sangat baik dalam studi prestasi matematika seperti *Programme for International Student Assessment (PISA)* dan *Trend in International Mathematics and Science Study (TIMSS)*, namun dalam faktanya beberapa praktik memperlihatkan adanya perbedaan dengan praktik pendidikan di negara-negara barat (Leung et al., 2015). Beberapa praktik tersebut masih terbelakang dan bertentangan dengan apa yang disebut dengan praktik baik (*good practices*) dalam pembelajaran.

Untuk kawasan Asia Tenggara sendiri, keberagaman menjadi tantangan tersendiri untuk membawa kualitas pendidikan ASEAN dapat sejajar di level dunia. Isu kualitas pendidikan ini mencakup semua komponen seperti: *input* (siswa, kurikulum, bahan pembelajaran, guru, kepala sekolah, nara sumber pendidikan lainnya, fasilitas, dan lingkungan belajar), proses (tempat berinteraksinya semua input), *output* (hasil interaksi antar *output*), dan umpan balik (informasi apakah pembelajaran berhasil atau gagal) yang saling berkaitan satu sama lain (Eriawaty, 2020). Selain masalah kualitas pendidikan, ASEAN juga memiliki tantangan dalam pemerataan pendidikan (*equity in education*). Contoh yang tampak jelas adalah adanya ketimpangan pendidikan antara kawasan perkotaan dan pedesaan, lembaga pendidikan negeri dan swasta, antar provinsi dalam negara, kondisi sosial ekonomi dan juga *gender*. Ketimpangan pendidikan di Indonesia dapat dilihat dari fenomena masih dijumpainya penduduk usia 15 tahun-an di pedesaan yang belum atau tidak mempunyai ijazah sekolah dasar atau sekolah menengah pertama (belum tamat SD sebesar 14,34%, tamat SD sebesar 27,83%, dan 21,84%) (Riyadi & Ghuzini, 2022). Kemudian, kondisi sosial ekonomi dan *gender* memiliki dampak disparitas pada kesempatan belajar berkualitas dan akses pada ICT.

Pemberlakuan belajar dari rumah memiliki tantangan tersendiri, karena menuntut adanya pelibatan teknologi dalam mengimplementasikan pembelajaran daring. Di Indonesia sendiri, penggunaan peralatan teknologi dalam pembelajaran masih menjadi *issue* yang serius. Salah satu tantangannya adalah adanya ketimpangan penyediaan dan penggunaan teknologi antara wilayah perkotaan dan pedesaan yang berdampak pada timpangnya implementasi teknologi di sekolah-sekolah perkotaan dan sekolah-sekolah pedesaan. Sebagai contoh, hal ini tampak dari akses teknologi informasi dalam penggunaan internet, penggunaannya masih

didominasi di Pulau Jawa dan Bali (Nasution, 2016). Lebih khusus lagi adalah tidak meratanya antara wilayah perkotaan dan pinggiran. Apalagi di pedesaan yang pembangunannya masih jauh tertinggal dari perkotaan. Hal senada diungkapkan oleh (Faizah et al., 2021) bahwa kemajuan teknologi membuka banyak peluang bagi pembangunan dan pertumbuhan ekonomi, akan tetapi terjadi ketimpangan yaitu pemerataannya tidak terjamin antara daerah perkotaan, pinggiran, maupun pedesaan.

Penguasaan terhadap teknologi digital telah menjadi suatu kebutuhan bagi kalangan dunia pendidikan pada abad ke-21 ini. Seiring dengan berkembangnya teknologi internet dan bertambah pesatnya pengguna internet di dunia dalam mengakses informasi menuntut orang untuk terampil dalam menggunakan peralatan digital (*digital devices*) untuk mendukung aktivitas mereka (OECD, 2021). Keterampilan abad ke-21 sering disebut dengan istilah kecakapan hidup (*life skills*) termasuk di dalamnya *soft skill*, keterampilan transversal (*transversal skills*), keterampilan kritis (*critical skills*) dan keterampilan digital (*digital skills*) (Joynes et al., 2019). Keterampilan abad ke-21 dapat dikonsolidasikan ke dalam 5 bidang utama, yaitu keterampilan komunikasi (*communication skills*), keterampilan kolaborasi (*collaborative skills*), pendekatan pembelajaran individu (*individual learning approaches*), otonomi individu (*individual autonomy*), dan literasi digital dan ICT (*ICT and digital literacy*) (Agyei & Voogt, 2011; Chalkiadaki, 2018; Dewanti et al., 2020; Joynes et al., 2019; Voogt & Roblin, 2012). Literasi digital dan ICT merupakan keterampilan yang melibatkan penggunaan teknologi.

Penggunaan teknologi dalam pembelajaran menjadi hal penting karena penguasaan teknologi menjadi keterampilan yang dibutuhkan siswa di masa depan. Penggunaan teknologi yang *familiar* pada saat ini adalah teknologi dalam mengakses informasi yang dapat ditemukan melalui layanan jaringan (Kusumah, 2019). Untuk itu, agar siswa dapat memiliki kemampuan belajar yang baik diperlukan suatu konten pembelajaran yang mendukung, yaitu dalam sajian bahan ajar yang dapat diakses dengan jaringan (*internet* atau *intranet*). Sebagai alternatifnya digunakan integrasi teknologi dalam pembelajaran berupa penggunaan bahan ajar interaktif berbasis *Information and Communication Technology* (ICT). ICT diyakini sebagai alat yang mendukung proses pembelajaran dan menjanjikan solusi baru untuk menghadapi tantangan hidup (Das, 2019).

Penggunaan bahan ajar interaktif pada era digital seperti sekarang ini sudah menjadi tuntutan bagi siswa karena saat ini sudah memasuki era *Internet of Things*

(IoT) dalam segala lini kehidupan. Hal ini juga menjadi salah satu hal yang diperhatikan oleh TIMSS dalam pelaksanaan survei di masa depan. Survei TIMSS tahun 2023 telah melibatkan penggunaan media digital secara interaktif dalam pelaksanaan penilaian atau survei (Mullis et al., 2023).

Selain keterampilan ICT juga literasi digital, kemampuan lain yang juga sesuai dengan keterampilan abad ke-21 adalah Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (KBTT) atau dalam Bahasa Inggris dikenal dengan *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS). Pernyataan ini sejalan dengan Miterianifa et al. (2021) bahwa KBTT relevan dengan pembelajaran abad ke-21 karena KBTT memerlukan penalaran tinggi (Miterianifa et al., 2021). Shukla dan Dungsungnoen (2016) menyatakan bahwa KBTT telah menjadi tujuan utama lembaga pendidikan karena adanya permintaan bidang industri untuk memberikan pendidikan bagi peserta didiknya. Hal ini berimplikasi pada peserta didik yang harus menguasai kemampuan-kemampuan dalam menganalisis, menafsirkan, menalar, mensintesis, mengevaluasi dan membuat/kreasi (Shukla & Dungsungneon, 2016).

KBTT merupakan kemampuan yang sangat penting untuk dimiliki siswa. Siswa yang memiliki KBTT level tinggi memiliki kecenderungan lebih berhasil dalam belajarnya (Tanujaya et al., 2017). KBTT memiliki ciri khas yang terkait dengan kemampuan siswa dalam menalar, seperti menguraikan informasi atau konsep menjadi bagian-bagian yang lebih kecil untuk memahami hubungan didalamnya (Ramdiah et al., 2019). Menalar sendiri merupakan suatu kegiatan berpikir yang krusial dimiliki seseorang sepanjang hidupnya (Chetri, 2021). Terkait dengan menalar, mendikbud periode tahun 2016 sampai dengan tahun 2019 mengemukakan bahwa pendidikan di Indonesia masih membutuhkan penguatan penalaran yang menjadi bagian dari kemampuan berpikir tingkat tinggi (Kemdikbud, 2018). Dengan demikian, KBTT merupakan kemampuan yang urgen untuk diajarkan karena memuat kegiatan bernalar dan menjadi *goal* pembelajaran dari pemerintah Indonesia.

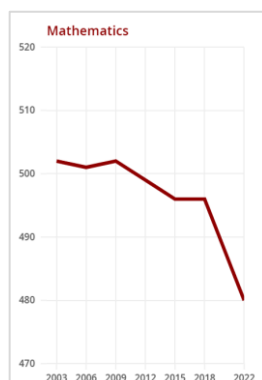
Data dari beberapa survei internasional menunjukkan bahwa kemampuan matematis siswa Indonesia masih rendah dibandingkan dengan negara-negara lain, bahkan dibandingkan dengan negara tetangga sekalipun. Survei internasional dalam hal ini adalah PISA dan TIMSS. Dari penilaian PISA yang dilaksanakan sejak tahun 2000 yang bertujuan untuk mengukur kemampuan siswa usia 15 tahun dalam bidang membaca, matematika, dan sains menunjukkan hasil yang belum memuaskan. PISA sendiri dilaksanakan 3 tahun sekali dan hingga kini telah

dilaksanakan 8 kali, yakni pada tahun 2000, 2003, 2006, 2009, 2012, 2015, 2018, dan 2022. Untuk PISA yang semestinya dilaksanakan pada tahun 2021 ini, akhirnya ditunda pada tahun 2022 dengan alasan pandemi Covid-19 (OECD, 2021). Berikut ini posisi Indonesia dalam studi PISA dibandingkan negara-negara lain pada Tabel 1 (OECD, 2003, 2019, 2023).

Tabel 1.1  
Hasil Skor Indonesia dalam Studi PISA tahun 2000-2022

Tahun Studi	Mata Uji	Rerata Skor Indonesia	Rerata Skor Internasional	Peringkat Indonesia	Jumlah Negara Peserta Studi
2000	Membaca	371	497	39	41
	Matematika	367	502	39	
	Sains	393	500	38	
2003	Membaca	382	497	39	40
	Matematika	360	502	38	
	Sains	-	-	-	
2006	Membaca	393	495	48	56
	Matematika	391	501	50	
	Sains	393	503	50	
2009	Membaca	402	499	57	65
	Matematika	371	502	61	
	Sains	383	506	60	
2012	Membaca	396	501	62	65
	Matematika	375	499	64	
	Sains	382	505	64	
2015	Membaca	397	497	61	69
	Matematika	386	496	63	
	Sains	403	497	62	
2018	Membaca	372	493	72	78
	Matematika	371	496	72	
	Sains	396	493	70	
2022	Membaca	369	482	71	81
	Matematika	366	480	70	
	Sains	366	491	67	

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa posisi siswa Indonesia dalam matematika masih cenderung berada di level bawah. Secara umum, nilai matematika siswa dari tahun ke tahun juga semakin menurun (lihat Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Rata-rata Skor Tes PISA di Negara-Negara OECD

Sumber: OECD (2023), *PISA Results* (Volume 1)

Sulistiawati, 2024

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATEMATIKA INTERAKTIF BERBASIS ICT DAN NEWMAN'S ERROR ANALYSIS DALAM IMPLEMENTASI MODEL INQUIRY-BASED LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA SMA**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Berdasarkan gambar di atas, diperoleh informasi bahwa nilai matematika siswa di negara OECD (termasuk Indonesia) memiliki kecenderungan semakin lama semakin menurun. Hal ini menjadi isu tersendiri dalam pembelajaran matematika, sehingga menuntut para guru maupun pemerhati pendidikan matematika untuk melakukan perubahan dalam pembelajaran yang akan memiliki dampak lebih baik nantinya.

TIMSS yang menilai pencapaian belajar siswa kelas 4 dan 8 menunjukkan hasil yang belum memuaskan. TIMSS diselenggarakan oleh IEA (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*) setiap 4 tahun sekali pada tahun 1995, 1999, 2003, 2007, 2011, 2015, 2019, dan 2023 dengan tujuan untuk mengukur prestasi siswa dalam matematika dan sains. Untuk bidang matematika sendiri, domain yang diukur adalah bilangan, aljabar, geometri, dan data dan peluang. Secara umum, baik bidang matematika maupun sains, TIMSS mengukur 3 domain kognitif, yaitu pengetahuan, penerapan, dan penalaran. Hasil prestasi siswa Indonesia masih rendah dalam studi TIMSS (IEA, 2019). TIMSS sendiri telah dilaksanakan sampai dengan tahun 2023, namun Indonesia tidak berpartisipasi pada tahun 2019 dan 2023 tersebut (lihat Tabel 1.2)

Tabel 1.2  
Hasil Prestasi Indonesia dalam Studi TIMSS tahun 1995-2023

Tahun Studi	Kelas	Rerata Skor Indonesia	Rerata Skor Internasional	Peringkat Indonesia	Jumlah Negara Peserta Studi
1999	4 dan 8	403	487	34	38
2003	4 dan 8	411	467	35	46
2007	4 dan 8	397	500	36	49
2011	4 dan 8	386	500	38	42
2015	4 dan 8	397	500	44	49
2019	Indonesia tidak berpartisipasi				
2023					

Sumber: <https://nces.ed.gov/timss/participation.asp>

Dari beberapa uraian data di atas, tampak bahwa pencapaian siswa Indonesia dalam matematika masih rendah. Kemampuan numerasi yang diukur dalam studi PISA dan TIMSS mengindikasikan masih ditemukannya masalah pada hasil belajar siswa. Soal-soal numerasi pada studi PISA dan TIMSS memanglah bukan soal yang rutin. Soal-soal tersebut membutuhkan penalaran dan analisis yang tinggi karena tergolong pada kemampuan berpikir tingkat tinggi. Oleh karena itu, penelitian tentang kemampuan berpikir tingkat tinggi menjadi urgen untuk

Sulistiwati, 2024

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATEMATIKA INTERAKTIF BERBASIS ICT DAN NEWMAN'S ERROR ANALYSIS DALAM IMPLEMENTASI MODEL INQUIRY-BASED LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA SMA**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

dilakukan guna mengatasi rendahnya pencapaian matematika siswa Indonesia tersebut.

Sebagai program evaluasi nasional pemerintah Indonesia telah menerapkan program UN selama beberapa tahun lamanya. Dari hasil UN yang pernah dicapai secara nasional ternyata masih dijumpai hasil yang belum maksimal. Data dari Pusat Penilaian Pendidikan (Puspendik) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (2019) menunjukkan capaian hasil ujian nasional pada mata pelajaran matematika siswa Indonesia untuk setiap jenjang pendidikan secara nasional cenderung lebih rendah daripada mata pelajaran yang lain. Sebagai ilustrasi, pada tahun 2019, ujian nasional yang dilaksanakan untuk jenjang pendidikan menengah seperti SMA dan sederajat juga SMP dan sederajat memperlihatkan bahwa nilai siswa untuk jenjang SMP/MTs dan SMA/MA/SMK pada mata pelajaran matematika cenderung lebih rendah, bahkan paling rendah dibandingkan dengan mata pelajaran lain. Pada disertasi ini, hanya dapat disajikan data pada tahun 2019, karena data yang tersedia dari Puspendik Kemdikbud hanyalah untuk tahun 2019. Untuk tahun sebelumnya data tidak dapat ditemukan, sedangkan untuk tahun setelahnya, pada tahun 2020 UN ditiadakan dan tahun 2021 UN sudah digantikan dengan AKM.

Dari hasil nilai UN siswa pada mata pelajaran matematika, dapat ditelusuri lebih lanjut bahwa konten yang diujikan pada mata pelajaran matematika meliputi aljabar, kalkulus, geometri dan trigonometri, statistika dan peluang, dan logika matematika. Dari semua topik yang diujikan tersebut, persentase siswa menjawab benar paling rendah adalah pada topik geometri dan trigonometri (data dari Puspendik Kemdikbud). Fenomena tersebut terjadi pada tahun 2015, 2016, 2017 dan 2018, sedangkan tahun 2019 data tidak ditemukan, tahun 2020 UN ditiadakan dan tahun 2021 UN digantikan dengan AKM. Hasil yang terlihat adalah bahwa topik geometri dan trigonometri menjadi topik yang persentase siswa menjawab benarnya paling rendah dibandingkan dengan topik yang lain dari tahun ke tahun sampai dengan tahun 2018. Geometri memang bukanlah topik yang mudah, namun tetap penting untuk diajarkan. Di samping aplikasinya yang sangat luas, topik geometri merupakan salah satu materi krusial dalam kurikulum Indonesia yang diajarkan dari jenjang sekolah dasar hingga perkuliahan (Jelatu et al., 2018; Kusumah et al., 2020).



Dari skor siswa Indonesia yang cenderung rendah pada studi PISA, TIMSS dan ujian nasional, pemerintah telah melakukan berbagai upaya untuk memperbaiki keadaan tersebut. Salah satunya adalah dengan diterapkannya Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) pada jenjang Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP) dan Sekolah Menengah Atas (SMA). Implementasi AKM ini merupakan langkah lanjut atas peniadaan Ujian Nasional (UN) di Indonesia sejak tahun 2020 (Safitri, 2019). Selain AKM juga diadakan survei karakter bagi lingkungan sekolah. AKM memuat kemampuan nalar dalam memahami bacaan (literasi) dan menggunakan berbagai macam angka dan simbol dalam pemecahan masalah (numerasi), sedangkan survei karakter merupakan penilaian peserta didik tentang keamanan, kerukunan, kondisi lingkungan rumah dan sekolah, dan akhlak peserta didik yang bersangkutan.

Bagian dari AKM yang menjadi perhatian dalam penelitian ini adalah numerasi atau biasa juga dikenal dengan literasi matematika. Numerasi sebagai salah satu kemampuan yang diukur dalam AKM merupakan kemampuan berpikir menggunakan konsep, prosedur, fakta, dan alat matematika untuk menyelesaikan masalah sehari-hari pada berbagai jenis konteks yang relevan untuk individu sebagai warga negara Indonesia dan dunia (Kemdikbud, 2018). Cockcroft (1982) memberi pengertian bahwa numerasi juga dapat diartikan sebagai pengetahuan, keterampilan, dan praktik yang berkaitan dengan aplikasi matematika pada konteks non-matematika maupun dunia kerja dan masyarakat (Kemdikbud, 2021).

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek) memaparkan hasil Asesmen Nasional (AN) 2021 yang diwakili oleh Mendikbud Nadiem Makarim, B.A., M.BA, bahwa dalam Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) bagi jenjang SD dan SMP, aspek literasi dan numerasi siswa Indonesia masih memprihatinkan (Swasty, 2022). Data AN menunjukkan, 1 dari 2 siswa belum mencapai kompetensi minimum literasi dan 2 dari 3 siswa belum mencapai kompetensi minimum numerasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan siswa Indonesia dalam AN, yang salah satunya mengukur numerasi dalam matematika dan yang juga memuat KBTT masih sangat rendah. Tantangan siswa dalam literasi dan numerasi ini memiliki dampak besar yang menyebabkan anak demotivasi dan tertinggal.

KBTT masih relatif asing bagi siswa di Indonesia. Hal ini terlihat dari survei yang dilakukan Apino dan Retnawati (2017) yang menampilkan hasil bahwa hanya 20% guru matematika sekolah menengah di Indonesia yang menerapkan pembelajaran dengan tujuan untuk mengembangkan Berpikir Tingkat Tinggi (BTT). Salah satu penyebab hal ini terjadi adalah kurang terbiasanya para guru dengan konsep BTT (Apino & Retnawati, 2017; Retnawati et al., 2018). Menurut (Hadi et al., 2018) para siswa masih memiliki kesulitan dalam menyelesaikan masalah-masalah terkait BTT, yang salah satunya terlihat dari siswa masih kesulitan dalam membuat model matematis. Hasil yang sama juga diberikan oleh penelitian yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya pada siswa SMP kelas IX di Jakarta dan Palembang (Tanudjaya & Doorman, 2020).

Masalah terkait KBTT lain juga terjadi pada pembelajaran kalkulus. Hal ini terlihat dari masih rendahnya kemampuan siswa terkait KBTT pada materi fungsi yang disebabkan oleh kurang efektifnya strategi pembelajaran yang digunakan untuk menumbuhkan dan meningkatkan KBTT siswa secara optimal (Misrom et al., 2020; Purnomo et al., 2024). Selain itu, hasil penelitian lain menyatakan bahwa siswa seringkali menghadapi kesulitan dalam menyelesaikan soal KBTT, khususnya yang melibatkan penerapan turunan (Meiliasari et al., 2021; Pratama et al., 2024). Misalnya, siswa masih belum mampu menentukan optimum dari fungsi  $f(x) = x(x - 2)^2$  yang menggunakan konsep turunan.

Selain rendahnya KBTT pada beberapa topik kalkulus di atas, ditemukan juga adanya kesalahan-kesalahan siswa dalam mengerjakan soal pada materi diferensial (turunan). Hal ini seperti hasil penelitian yang dikemukakan oleh Meiliasari et al. (2021). Penelitian tersebut melaporkan bahwa para siswa memiliki beberapa kesalahan ketika mengerjakan soal penerapan turunan fungsi aljabar yang dianalisis menggunakan prosedur Newman yang dikenal dengan *Newman's Error Analysis*, yaitu membaca (*reading*), memahami (*comprehension*), transformasi (*transformation*), keterampilan proses (*process skill*), dan kesimpulan (*encoding*). Faktor penyebab adanya kesalahan tersebut adalah siswa belum memahami materi turunan penerapan fungsi aljabar, siswa terburu-buru dalam menyelesaikan soal, jenis soal yang diberikan berbeda

dengan contoh yang diberikan oleh guru dan siswa jarang membuat kesimpulan di akhir jawaban (Meiliasari et al., 2021).

*Newman's Error Analysis* (NEA) merupakan salah satu prosedur untuk menganalisis kesalahan siswa yang terdiri atas 5 tahapan yang disebutkan di atas. Prosedur NEA dilakukan secara sistematis dan terstruktur yang tertuju pada langkah-langkah spesifik dalam proses penyelesaian masalah. Dengan analisis ini, guru menjadi lebih terarah ketika ingin mendiagnosa kemampuan dan kesulitan siswa (Clements, 1980; Singh et al., 2010). Sifat NEA yang terstruktur dan sistematis ini cocok digunakan untuk menganalisis KBTT siswa karena sama-sama berfokus pada analisis mendalam terhadap proses berpikir siswa dalam menyelesaikan masalah.

Selain permasalahan tentang KBTT yang disebutkan di atas, permasalahan yang tak kalah pentingnya adalah masalah *self-regulated learning*. *Self-regulated learning* dipandang sebagai kegiatan individu yang belajar secara aktif, menyusun, menentukan tujuan belajar, merencanakan dan memonitor, mengatur dan mengontrol kognisi, motivasi tingkah laku, serta lingkungan yang dikondisikan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Filho, 2001). Dalam pembelajaran, masih dijumpai adanya *self-regulated learning* siswa yang bermasalah. Zambrano-Matamala et al., (2019) menyatakan bahwa masih dijumpai kurangnya strategi perencanaan dan proses kontrol diri siswa yang sifatnya motivasi. Hal ini berpengaruh pada kurangnya regulasi diri sebagai disorganisasi dan emosi yang tidak terkendali. Selain itu, tidak adanya catatan diri yang memungkinkan diri siswa untuk memantau pembelajaran (Zambrano-Matamala et al., 2019). Penelitian lain menyebutkan bahwa dalam konteks pembelajaran matematika, *self-regulated* mempengaruhi kemampuan akademik siswa, *self-efficacy*, sumber belajar, dan gaya belajar (Murray, 2013).

Penelitian tentang *self-regulated learning* yang lain menyatakan bahwa *self-regulated learning* memberikan pengaruh yang cukup positif terhadap hasil belajar siswa. Sebagai contoh, *self-regulated learning* memiliki pengaruh atau hubungan terhadap gender, usia dan kelas. Hal ini seperti yang dilakukan oleh Zimmerman dan Martinez-Pons (1990) yang memberikan hasil bahwa anak perempuan cenderung menggunakan pemantauan diri secara mandiri, penetapan tujuan, dan

mengatur lingkungannya sendiri dibandingkan dengan anak laki-laki. Siswa yang dapat mengatur diri diperkirakan dapat memiliki nilai tes prestasi yang lebih baik (Zimmerman & Martinez-Pons, 1990).

KBTT dan *self-regulated learning* memiliki hubungan yang saling mempengaruhi. KBTT memperkuat *self-regulated learning* siswa dapat terjadi ketika siswa mengembangkan KBTT (misalnya: menganalisis, mengevaluasi dan mengkreasi), yaitu siswa menjadi lebih kritis dalam memantau dan mengevaluasi proses belajar mereka sendiri. KBTT menuntut siswa mampu berpikir mendalam dan reflektif, sehingga mampu mengatur pembelajarannya dengan mandiri (Eklund & Prat-Resina, 2014). Sebagai contoh, siswa yang mampu menganalisis konsep matematika yang kompleks akan lebih cenderung mengidentifikasi pada bagian mana perlu memperbaiki pemahaman dan strategi belajar apa yang seharusnya digunakan. Kemudian, *self-regulated learning* dapat mempengaruhi KBTT karena ketika siswa memiliki keterampilan mengatur diri dalam belajar, ia akan lebih mampu mengatur strategi untuk mengembangkan KBTT. Misalnya, siswa yang aktif memonitor kemajuannya dalam mempelajari suatu topik dapat melakukan refleksi apakah ia telah mengembangkan pemahaman analitis yang cukup baik. Melalui refleksi, siswa dapat melihat pola-pola berpikir yang salah, mengoreksi diri, dan memperdalam kemampuan mereka dalam berpikir tingkat tinggi (Putra et al., 2023).

Dalam beberapa penelitian disebutkan bahwa KBTT memiliki hubungan yang positif terhadap *self-regulated learning*. Hal ini seperti pada penelitian pada bidang ilmu Biologi yang menyelidiki hubungan *self-regulated learning* dengan KBTT siswa ketika belajar topik sistem muskuloskeletal (Rusdi et al., 2022). Hasil penelitian lainnya seperti yang dilakukan oleh Runisah et al. (2020), yang menyelidiki hubungan antara *Self-Regulated Learning* (SRL) dan *Mathematical Creative Thinking Ability* (MCTA) dengan hasil bahwa terdapat hubungan yang positif antara SRL dengan MCTA. MCTA memuat kemampuan berpikir kreatif sehingga dapat dikatakan sebagai bagian dari KBTT (Runisah et al., 2020).

Terkait dengan usaha untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi diperlukan suatu model pembelajaran yang mendukung, salah satunya adalah model *inquiry-based learning*. *Inquiry-Based Learning* (IBL) terbukti mampu

memberikan pengaruh yang positif terhadap KBTT. Hal ini seperti yang terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Tindangen (2018) yang mengkaji peningkatan KBTT siswa sekolah menengah pada mata pelajaran Biologi menggunakan model IBL yang menunjukkan bahwa siswa yang belajar menggunakan IBL memiliki KBTT yang lebih tinggi daripada siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional. Selain itu, IBL juga memberikan pengaruh emosi yang positif pada *self-regulated learning* siswa seperti yang dinyatakan oleh Ma'mun (2022) dalam implementasi pembelajaran sains karena adanya pengemasan desain pedagogis yang disajikan dengan muatan desain *predict, observe, explain and evaluate* (POEE). Berbeda dengan kedua penelitian tersebut, Brandon dan Xavier (2014) mencoba menyajikan bagaimana siswa dalam pembelajaran kimia mengumpulkan dan mengkurasi data ilmiah berupa data fisika dan kimia dari ratusan zat untuk memunculkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan *self-regulated learning* siswa melalui suatu *open web tool* yang bernama *ChemEd X Data*. Uraian-uraian tersebut menunjukkan bahwa IBL memiliki keterkaitan yang positif terhadap KBTT dan *self-regulated learning* siswa termasuk ketika melibatkan teknologi dalam pembelajarannya.

IBL merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang mampu melatih KBTT dan *self-regulated learning* siswa karena melibatkan aktivitas inkuiri (*inquiry*) di dalamnya. Berasal dari katanya, *Inquiry is a seeking for truth, information, or knowledge*, dapat diartikan bahwa inkuiri adalah suatu pencarian kebenaran, informasi atau pengetahuan. Makna lain dari inkuiri adalah penyelidikan atau menemukan sesuatu dengan merumuskan pertanyaan. Proses inkuiri dapat dilakukan cara berpikir kritis dan analitis untuk mencari dan menemukan jawaban atas permasalahan matematis yang diberikan (Sanjaya, 2006). Selain yang telah disebutkan, proses dalam IBL memungkinkan siswa untuk berkembang sebagai pembelajar yang terlibat aktif di kelas dan mandiri. Mandiri dalam penelitian ini diistilahkan dengan *self-regulated learning*.

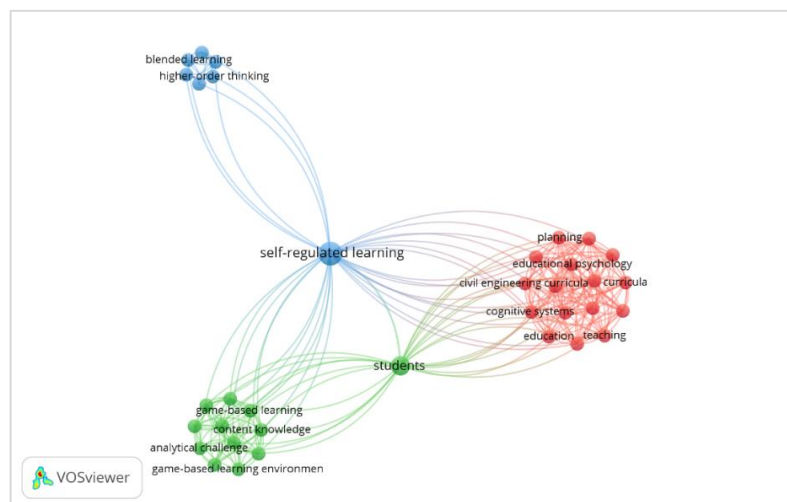
Penelusuran terhadap penelitian yang mengkombinasikan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan *self-regulated learning* yang diimplementasikan menggunakan pendekatan *inquiry-based learning* telah peneliti lakukan. Penelusuran dilakukan di basis data Scopus pada tanggal 20 Juni 2024 pukul 07.20

WIB dengan memasukkan kata kunci “*higher-order thinking, self-regulated learning, dan inquiry-based learning*”. Dari proses penelusuran ini diperoleh 5 (lima) dokumen yang berkaitan. Daftar kelima dokumen tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1.3  
Hasil Pencarian Dokumen yang Terkait *Higher-Order Thinking, Self-Regulated Learning, dan Inquiry-Based Learning*

No.	Penulis	Judul	Tahun	Sumber
1	W. Zheng, H. Shih, Y.-L. Mo	<i>Integration of cognitive instructions and problem/project-based learning into civil engineering curriculum to cultivate creativity and self-directed learning skills</i>	2009	ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings
2	B. Eklund, X. Prat-Resina	<i>ChemEd X data: Exposing students to open scientific data for higher-order thinking and self-regulated learning</i>	2014	Journal of Chemical Education
3	D. Carpenter, E. Cloude, J. Rowe, R. Azevedo, J. Lester	<i>Investigating student reflection during game-based learning in middle grades science</i>	2021	ACM International Conference Proceeding Series
4	M. Ubaidillah, P. Marwoto, B. Subali	<i>How to Improve Critical Thinking in Physics Learning? A Systematic Literature Review</i>	2023	Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies
5	Y. Wang, L. Liu	<i>Learning elements for developing higher-order thinking in a blended learning environment: A comprehensive survey of Chinese vocational high school students</i>	2024	Education and Information Technologies

Dari tabel di atas, jika kita mengamati judul hasil penelitian yang ada sampai saat ini, tidak ditemukan judul yang menggabungkan antara kemampuan berpikir tingkat tinggi atau *higher-order thinking, self-regulated learning, dan inquiry-based learning*. Hal ini menjadikan apa yang akan dilakukan pada penelitian masih menjadi hal yang baru dalam penelitian. Pernyataan ini dapat diperjelas dengan melihat visualisasi jaringan (*network visualization*) di bawah ini.



Gambar 1.2 Visualisasi Jaringan dari Hasil Pencarian dengan Kata Kunci “*Higher-Order Thinking, Self-Regulated Learning, dan Inquiry-Based Learning*”

Visualisasi ini ditampilkan dengan perangkat lunak *VOSviewer* dengan tipe *co-occurrence analysis* dan *all keywords unit analysis*. Hasil yang diperoleh adalah kata-kata kunci terkait “*Higher-Order Thinking, Self-Regulated Learning, dan Inquiry-Based Learning*” yang muncul pada gambar di atas ada sebanyak 35 item. Dari gambar di atas terlihat kata kunci yang paling mendominasi adalah *self-regulated learning* yang terkait dengan kemampuan lain seperti *higher-order thinking*. Selain itu *self-regulated learning* juga terkait dengan model atau pendekatan pembelajaran seperti *blended learning*, *game based learning*, dan *game-based learning environment*. Dari visualisasi di atas belum ditemukan *self-regulated learning* yang secara bersamaan terhubung dengan *higher-order thinking* dan juga *inquiry-based learning*. Dengan demikian, penelitian dengan mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi dan *self-regulated learning* menggunakan pendekatan *inquiry-based learning* merupakan hal yang masih baru.

Penelitian tentang kemampuan berpikir tingkat tinggi, pembelajaran interaktif berbasis ICT, *Newman’s Error Analysis*, *self-regulated learning* dan *inquiry-based learning* telah banyak dilakukan. Contoh kasusnya, penelitian tentang KBTT telah dilakukan oleh (Wijers & de Haan, 2016) yang menjelaskan bahwa penilaian berbasis KBTT yang meliputi pemecahan masalah, penalaran, pemodelan dan komunikasi dalam matematika telah dilakukan di Belanda sejak tahun 1989. Untuk menilai KBTT siswa, dilakukan kompetisi tim pada sekolah menengah tingkat atas dengan nama *Mathematics A-lympiad* dan pemberian tugas

terbuka (*open-ended tasks*) dengan nama *Mathematics B-day*. Hasilnya *Mathematics A-lympiad* berhasil memunculkan berpikir matematika siswa dan mereka memiliki strategi dan solusi yang berbeda. Penelitian tentang perangkat pembelajaran berbasis ICT pernah dilakukan Rahmatina (2017) yang menggunakan perangkat pembelajaran geometri ruang berbasis ICT untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Hasil penelitiannya menunjukkan perangkat pembelajaran berbasis ICT dengan Wingeom dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa. Penelitian tentang NEA pernah dilakukan oleh (Darmawan et al., 2018) dengan menganalisis kesalahan siswa SMP berdasarkan Newman dalam menyelesaikan soal kemampuan berpikir kritis matematis pada materi bangun ruang sisi datar. Hasil yang diperoleh adalah siswa masih memiliki kesalahan membaca sebesar 13,0%, pemahaman sebesar 3,7%, kesalahan transformasi sebesar 12,2%, kesalahan keterampilan proses sebesar 9,7%, dan kesalahan menyimpulkan sebesar 16,3%. Dari hasil yang diperoleh belum dilakukan suatu tindakan untuk mengatasi kesalahan-kesalahan yang terjadi pada siswa. Penelitian tentang *self-regulated learning* dalam pembelajaran matematika pernah dilakukan oleh (Ansari et al., 2021) yang mengkaji variasi strategi pembelajaran dan *self-regulated learning* siswa dalam menyelesaikan masalah kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dan diperoleh hasil bahwa mayoritas siswa memiliki *self-regulated learning* yang baik. Penelitian tentang *inquiry-based learning* dalam pembelajaran matematika pernah dilakukan oleh (Laursen et al., 2016) yang menyatakan bahwa para guru prajabatan (*in-service teacher*) memiliki peningkatan skor pengetahuan matematika untuk pengajaran yang signifikan ketika diberikan pembelajaran menggunakan *inquiry-based learning* dengan menerapkan *Learning Mathematics for Teaching* (LMT). Lebih lanjut dinyatakan juga bahwa *inquiry-based learning* dirasa cukup cocok digunakan dalam pembelajaran matematika.

Pembelajaran interaktif berbasis ICT, kemampuan berpikir tingkat tinggi, *Newman's Error Analysis*, *self-regulated learning* dan *inquiry-based learning* memiliki keterkaitan satu sama lain. Masing-masing elemen dapat mendukung dan mengembangkan keterampilan kognitif dan afektif siswa. Pembelajaran interaktif berbasis ICT menyediakan platform yang dinamis dan fleksibel sehingga memungkinkan siswa dapat aktif dalam belajar. Penggunaan ICT memungkinkan



adanya akses ke berbagai sumber yang dilakukan oleh siswa dan interaktif dapat mendukung munculnya kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa melalui permainan, simulasi atau sejenisnya. Siswa dapat menggunakan interaktivitas pada ICT untuk menyelesaikan pemecahana masalah yang kompleks seperti kemampuan berpikir tingkat tinggi. Kemudian, *Newman's error analysis* memiliki peran dalam membantu siswa dalam mengidentifikasi kesalahan siswa (terkait kognitif) yang terjadi selama pembelajaran atau mengerjakan soal tes. Ketika diterapkan dalam pembelajaran berbasis ICT, *Newman's error analysis* dapat diintegrasikan dengan alat digital untuk menganalisis kesalahan siswa secara mendalam. Dengan menggunakan KBTT, siswa dapat diajak secara kritis dalam menganalisis kesalahan mereka sendiri, mencari penyebabnya, dan mencari solusi untuk mengatasinya. Selanjutnya, dengan menggunakan teknologi dalam pembelajaran interaktif, siswa dapat melacak kemajuan belajarnya sendiri, mengatur jadwal belajar dan menerima umpan balik. Dengan demikian, dalam hal ini teknologi dapat mendukung siswa dalam mengatur belajarnya atau memiliki *self-regulated learning* yang lebih baik. Pada umumnya, siswa yang dapat mengatur belajar mereka sendiri cenderung lebih efektif dalam menggunakan keterampilan berpikir tingkat tinggi mereka. Selain penjelasan-penjelasan tersebut, pembelajaran berbasis ICT dan KBTT juga memiliki kaitan erat dengan *Inquiry-Based Learning* (IBL). Penggunaan ICT dalam pembelajaran berupa penyediaan alat dan sumber daya untuk eksplorasi dan investigasi dapat memperkaya *inquiry-based learning*. Adanya eksplorasi pada IBL dapat melatih siswa dalam menganalisis persoalan untuk menemukan jawaban atau bukti. Selain itu, *Self-Regulated Learning* siswa juga dapat mendukung IBL karena SRL dapat membekali siswa dapat mengatur cara mengeksplorasi dan menginvestigasi persoalan dengan gaya masing-masing. Dengan mengintegrasikan pembelajaran interaktif berbasis ICT, KBTT, *Newman's error analysis*, SRL, dan IBL, siswa dapat memiliki pengalaman belajar yang lebih bermakna, reflektif, dan mandiri.

Dari beberapa penjelasan di atas, dapat dinyatakan bahwa keterbaruan pada penelitian ini adalah adanya studi pendahuluan menggunakan NEA yang belum pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Kemudian, meskipun penelitian tentang pengembangan bahan ajar sudah banyak dilakukan, namun bahan ajar tentang kemampuan kemampuan berpikir tingkat tinggi masih jarang dilakukan. Selain itu, bahan ajar yang disusun juga ditujukan untuk memberikan memunculkan

*self-regulated learning* yang baik bagi siswa. Untuk mencapai semua tujuan tersebut, peneliti menetapkan *inquiry-based learning* sebagai model pembelajaran karena memiliki kesesuaian dengan KBTT dan *self regulated learning*. Semua komponen tersebut dikemas dalam bentuk bahan ajar berbasis ICT yaitu *flipbook* yang dikembangkan dengan perangkat lunak *Flip PDF*. Oleh karena itu, judul pada penelitian ini adalah “Pengembangan Bahan Ajar Matematika Interaktif Berbasis ICT dan *Newman’s Error Analysis* dalam Implementasi Model *Inquiry Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan *Self-Regulated Learning* Siswa SMA”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka pertanyaan penelitian dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana bentuk-bentuk kesalahan siswa pada Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (KBTT) menurut hasil *Newman’s Error Analysis* (NEA)?
  - a. Bagaimana bentuk-bentuk kesalahan membaca siswa pada KBTT?
  - b. Bagaimana bentuk-bentuk kesalahan pemahaman siswa pada KBTT?
  - c. Bagaimana bentuk-bentuk kesalahan transformasi siswa pada KBTT?
  - d. Bagaimana bentuk-bentuk kesalahan keterampilan proses siswa pada KBTT?
  - e. Bagaimana bentuk-bentuk kesalahan menyimpulkan siswa pada KBTT?
2. Bagaimana desain bahan ajar matematika interaktif berbasis *Information and Communication Technology* (ICT) yang dikembangkan berdasarkan hasil *Newman’s Error Analysis* (NEA)?
3. Apakah terdapat peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang belajar menggunakan bahan ajar matematika interaktif berbasis ICT yang disusun?
4. Bagaimana gambaran *self-regulated learning* siswa yang belajar menggunakan bahan ajar matematika interaktif berbasis *Information and Communication Technology* (ICT) yang dikembangkan menurut hasil pada *Newman’s Error Analysis* (NEA)?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan-pertanyaan pada rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah untuk: 1) menyelidiki bentuk-bentuk kesalahan siswa pada kemampuan berpikir tingkat tinggi menurut hasil *Newman's Error Analysis* (NEA) yang meliputi: a) kesalahan membaca siswa pada KBTT, b) kesalahan pemahaman siswa pada KBTT, c) kesalahan transformasi siswa pada KBTT, d) kesalahan keterampilan proses siswa pada KBTT, dan e) kesalahan menyimpulkan siswa pada KBTT; 2) mengembangkan desain bahan ajar matematika interaktif berbasis *Information and Communication Technology* (ICT) menurut hasil pada *Newman's Error Analysis* (NEA); 3) menyelidiki apakah terdapat peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang belajar menggunakan bahan ajar matematika interaktif berbasis ICT yang disusun; dan 4) mendeskripsikan *self-regulated learning* (kemandirian belajar) siswa yang belajar menggunakan bahan ajar matematika interaktif berbasis ICT yang dikembangkan menurut hasil pada *Newman's Error Analysis* (NEA).

### 1.4 Manfaat/Signifikansi Penelitian

Penelitian ini memiliki potensi/keuntungan dari segi teoritis, praktis, kebijakan, maupun isu sosial.

#### 1. Segi Teori

Secara teoritis penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah pada kajian tentang pembelajaran matematika interaktif yang berbasis ICT. Selain itu juga, memberikan kontribusi tentang kesalahan yang kerap muncul pada siswa dalam pembelajaran matematika.

#### 2. Segi Praktik

Secara praktis, penelitian ini dapat memberikan alternatif bahan ajar yang dapat digunakan secara elektronik, terutama pada masa pembelajaran jarak jauh seperti sekarang ini sebagai akibat dari adanya pandemi Covid-19.

#### 3. Segi Kebijakan

Hasil dari penelitian ini juga diharapkan dapat digunakan untuk membuat kebijakan pemerintah terkait yang berhubungan dengan pembelajaran matematika. Terlebih lagi untuk masa seperti sekarang ini yang sangat tergantung dengan dunia digital. Akibat dari adanya pandemi Covid-19 yang mengubah terintegrasinya ICT dalam pembelajaran.

#### 4. Segi Isu serta Aksi Sosial

Penelitian ini dilakukan dengan terlebih dahulu mencari gejala-gejala yang menyebabkan siswa tidak maksimal hasil belajarnya. Untuk itu diperlukan pemeriksaan terhadap kekeliruan atau kesalahan yang mungkin terjadi pada siswa, dalam penelitian ini dilakukan dengan analisis menurut Newman. Selain itu, fenomena prestasi matematika siswa-siswa Indonesia yang cenderung rendah dibandingkan dari negara-negara lain dalam OECD yang dilihat dari hasil PISA dan TIMSS perlu mendapatkan perhatian bersama, khususnya para akademisi. Oleh karena itu, pembiasaan dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi harus digalakkan di sekolah. Siswa perlu dibiasakan untuk menalar sesuatu, memanfaatkan daya kreativitasnya, menganalisis persoalan dan mencari solusinya, serta kritis terhadap hal-hal di sekitarnya.

Keuntungan pertama dan kedua, segi teori dan segi praktik, dapat dimanfaatkan oleh akademisi dan praktisi pendidikan seperti peneliti, dosen, guru, pengajar non formal dan lain sebagainya. Untuk keuntungan ketiga, segi kebijakan, dapat dimanfaatkan oleh pemangku kepentingan atau pembuat kebijakan (*policy maker*) seperti para pejabat publik. Terakhir, keuntungan segi isu serta aksi sosial dapat dimanfaatkan oleh masyarakat, baik masyarakat akademik maupun orang tua dan masyarakat.

#### 1.5 Struktur Organisasi Disertasi

Struktur organisasi disertasi adalah garis hirarki yang mendeskripsikan berbagai komponen yang menyusun disertasi. Struktur organisasi disertasi merupakan penggambaran sistematika penulisan disertasi yang berisi keseluruhan isi disertasi dan pembahasannya serta keterkaitannya antar bab. Dengan demikian, struktur organisasi pada penelitian ini menggambarkan sistematika penulisan disertasi yang dimulai Bab I tentang pendahuluan sampai dengan Bab V tentang kesimpulan dan saran.

Pada Bab I disertasi ini menguraikan tentang pendahuluan. Pada bagian awal disertasi dijelaskan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian. Kemudian, di bagian akhir dijelaskan tentang struktur organisasi disertasi yang berisi sistematika disertasi.

Bab II disertasi ini menguraikan tentang landasan teori dari variabel-variabel penelitian. Bagian pertama menjelaskan teori tentang Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (KBTT). Pada uraian tentang KBTT ini dijelaskan tentang indikator KBTT yang digunakan yang meliputi menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta pada pengetahuan konseptual, prosedural, dan metakognitif. Bagian kedua menjelaskan tentang *Self-Regulated Learning* (SRL). Pada uraian tentang SRL ini dijelaskan tentang indikator SRL yang akan diukur, antara lain: *self-evaluating, organizing and transforming, goal setting and planning, seeking information, keeping record and monitoring, enviromental structuring, self-consequences, rehearsing and memorizing, seek peer assistance, seek teacher assistance, seek adult assistance, review test/work, review notes, dan review texts book*. Bagian ketiga menjelaskan teori tentang bahan ajar matematika interaktif yang menguraikan tentang makna dari bahan ajar dan interaktif. Bagian keempat membahas tentang pembelajaran berbasis *Information and Communication Technology* (ICT). Bagian kelima membahas tentang *Newman's Error Analysis* (NEA) yang membahas tentang analisis kesalahan siswa ditinjau dari *reading errors, comprehension errors, transformation errors, process skill errors, dan encoding errors*. Bagian keenam membahas tentang *Inquiry-Base Learning* (IBL) sebagai pendekatan pembelajaran yang akan digunakan pada penelitian ini. IBL yang diimplementasikan menggunakan urutan langkah: *orientation, hypothesis generation, experimentation, data interpretation, dan conclusion*. Bagian ketujuh menjelaskan definisi operasional dari KBTT, SRL, NEA, dan IBL.

Pada Bab III disertasi ini dijelaskan tentang metode penelitian. Bagian pertama menjelaskan tentang model dan desain penelitian yang digunakan, yaitu *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE dengan tahapan *Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*. Bagian kedua menjelaskan tentang partisipan penelitian. Partisipan penelitian ini terdiri atas: 1) partisipan kesiapan ICT (3 sekolah, 3 wakil kepala sekolah, 6 guru matematika, dan 101 siswa SMA kelas XII.IPA), 2) partisipan analisis kesalahan menurut Newman (3 sekolah SMA dengan 99 siswa kelas XII.IPA), 3) partisipan uji keterbacaan instrumen tes KBTT dan angket SRL (6 orang siswa SMA kelas XII.IPA), 4) partisipan uji keterbacaan bahan ajar (6 orang siswa SMA kelas XII.IPA), 5) partisipan uji kepraktisan bahan

ajar (3 guru matematika dan 9 siswa SMA kelas XII.IPA), dan 6) partisipan uji coba bahan ajar (36 siswa kelas XI.IPA). Bagian ketiga dari Bab III ini menjelaskan tentang instrumen penelitian yang digunakan. Instrumen utama pada penelitian ini adalah lembar tes KBTT dan angket SRL. Selain itu juga digunakan instrumen untuk menguji kelayakan bahan ajar seperti instrumen uji validasi ahli ke ahli materi, media, dan pedagogi juga instrumen untuk mengukur kesiapan ICT yang berupa angket literasi komputer, lembar observasi sekolah dan pedoman wawancara guru. Bagian keempat dari Bab III ini menjelaskan tentang prosedur penelitian yang mengacu pada langkah-langkah R&D model ADDIE. Bagian kelima membahas tentang teknik analisis data yang digunakan.

Pada Bab IV disertasi ini dijelaskan hasil dan pembahasan. Hasil yang disajikan pada bab ini, pada bagian awal menampilkan hasil analisis kinerja (*performance analysis*) dan analisis kebutuhan (*need analysis*) serta hasil analisis dengan *Newman's error analysis*. Kemudian menyajikan tentang proses design dan develop bahan ajar termasuk didalamnya hasil uji keterbacaan, uji validasi ahli, dan uji kepraktisan bahan ajar. Kemudian menjelaskan tentang peningkatan siswa terkait KBTT dan juga deskripsi SRL siswa setelah belajar menggunakan bahan ajar.

Pada Bab V disertasi ini dijelaskan kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini yang mengacu pada tujuan penelitian. Selain itu disajikan juga refleksi dari proses penelitian ini. Kemudian membuat rekomendasi-rekomendasi untuk penelitian selanjutnya dengan tujuan penyempurnaan.