PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *ARTIFICIAL INTELLIGENCE* SEBAGAI *LEARNING ASSISTANT* TERSTRUKTUR UNTUK MENINGKATKAN KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA SMK

SKRIPSI

Diajukan Guna Melengkapi Tugas – tugas dan Memenuhi Syarat – syarat
Guna Mencapai Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Program Studi Pendidikan Matematika

Oleh:
SYIFANI AULIA
2202030023

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN

2026

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. 061-6622400 Ext, 22, 23, 30
Website: http:/www.fkip.umsu.ac.id E-mail: fkip@umsu.ac.id

BERITA ACARA

Ujian Mempertahankan Skripsi Sarjana Bagi Mahasiswa Program Strata 1
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

بسم الله الرحمن الرحيم

Panitia Ujian Sarjana Strata-1 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan dalam Sidangnya yang diselenggarakan pada hari Senin, Tanggal 03 Agustus 2026, pada pukul 08.30 WIB sampai dengan selesai. Setelah mendengar, memperhatikan dan memutuskan bahwa:

Nama	:	Syifani Aulia
NPM	:	2202030023
Program Studi	:	Pendidikan Matematika
Judul Skripsi	:	Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa SMK

Dengan diterimanya skripsi ini, sudah lulus dari ujian Komprehensif, berhak memakai gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd).

Ditetapkan : (✓) Lulus Yudisium A
( ) Lulus Bersyarat
( ) Memperbaiki Skripsi
( ) Tidak Lulus

PANITIA PELAKSANA

Ketua	Sekretaris
Dra. Hj. Syamsuyurnita, M.Pd	**Dr. Hj. Dewi Kesuma Nst, SS, M.Hum**

ANGGOTA PENGUJI:

1. Dr. Marah Doly Nst, M.Si. 1.
2. Sri Wahyuni, S.Pd., M.Pd. 2.
3. Dr. Irvan, S.Pd., M.Si. 3.

Dipindai dengan CamScanner

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Telp. (061) 6619056 Medan 20238
Website: http:/www.fkip.umsu.ac.id E-mail: fkip@umsu.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

بسم الله الرحمن الرحيم

Skripsi ini diajukan oleh mahasiswa di bawah ini:

Nama	: Syifani Aulia
NPM	: 2202030023
Program Studi	: Pendidikan Matematika
Judul Skripsi	: Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa SMK

sudah layak disidangkan.

Medan, Juli 2026

Disetujui oleh :

Pembimbing

Dr. Irvan, S.Pd., M.Si.

Diketahui oleh :

Dekan	Ketua Program Studi
Dra. Hj. Syamsuyurnita, M.Pd	**Sri Wahyuni, S.Pd., M.Pd.**

Dipindai dengan CamScanner

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. 061-6622400 Ext, 22, 23, 30
Website: http://www.fkip.umsu.ac.id E-mail: fkip@umsu.ac.id

بسم الله الرحمن الرحيم

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Syifani Aulia
NPM : 2202030023
Program Studi : Pendidikan Matematika
Judul Skripsi : Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa SMK

Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf	Keterangan
15 Juni 2026	Revisi Bab 1.		
19 Juni 2026	Revisi Bab 2		
22 Juni 2026	Revisi Bab 3		
26 Juni 2026	Revisi Bab 4		
29 Juni 2026	Revisi Bab 4		
3 Juli 2026	Revisi Bab 5		
6 Juli 2026	Lengkapi Lampiran		
10 Juli 2026	Acc Sidang		

Medan, Juli 2026

Ketua Program Studi
Pendidikan Matematika

Sri Wahyuni, S.Pd., M.Pd

Dosen Pembimbing

Dr. Irvan, S.Pd., M.Si.

Dipindai dengan CamScanner

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Telp. (061) 6619056 Medan 20238
Website: http://www.fkip.umsu.ac.id E-mail: fkip@umsu.ac.id

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

بسم الله الرحمن الرحيم

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : **Syifani Aulia**
NPM : 2202030023
Program Studi : Pendidikan Matematika

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **"Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa SMK"**, bukan hasil menyadur mutlak dari karya orang lain.

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Univesitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Demikian pernyataan ini dengan sesungguhnya dan dengan yang sebenar-benarnya.

Hormat saya
Yang membuat pernyataan,



Syifani Aulia
NPM. 2202030023

Dipindai dengan CamScanner

ABSTRAK

Syifani Aulia. 2202030023. Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa SMK. Skripsi : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2026.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran matematika berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur pada materi fungsi kuadrat kelas XI SMK, serta mengetahui kelayakan modul, respons peserta didik, dan kemandirian belajar peserta didik setelah menggunakan modul. Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan model ADDIE yang meliputi tahap *Analysis, Design, Development, Implementation,* dan *Evaluation*. Subjek penelitian terdiri atas satu ahli materi, satu ahli media, dan 27 peserta didik kelas XI SMK. Data dikumpulkan menggunakan angket validasi ahli, angket respons peserta didik, dan angket kemandirian belajar, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul memperoleh persentase validasi ahli materi sebesar **81,33%** dan ahli media sebesar **93,00%** dengan kategori **Sangat Layak**. Respons peserta didik memperoleh persentase **92,13%** dan kemandirian belajar sebesar **89,77%**, keduanya berkategori **Sangat Baik**. Dengan demikian, modul pembelajaran matematika berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar dan mampu memfasilitasi berkembangnya kemandirian belajar peserta didik.

Kata Kunci: *Modul Pembelajaran, Artificial Intelligence, Learning Assistant Terstruktur, Fungsi Kuadrat, Kemandirian Belajar.*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيْم

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, nikmat kesehatan, kekuatan, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur untuk Mendukung Kemandirian Belajar Siswa SMK"** dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, serta seluruh umatnya yang senantiasa istiqamah mengikuti ajaran beliau hingga akhir zaman. Berkat rahmat dan pertolongan Allah SWT, penulis mampu menyelesaikan skripsi ini meskipun dalam proses penyusunannya terdapat berbagai tantangan dan hambatan yang harus dihadapi.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dalam proses penyusunannya, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, arahan, motivasi, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Secara khusus, penulis ingin menyampaikan ungkapan cinta, rasa hormat, dan terima kasih yang terdalam kepada Almarhum Papa **Maulana Fadly**, cinta pertama sekaligus sosok yang paling penulis rindukan. Meskipun papa telah lebih dahulu dipanggil oleh Allah SWT dan tidak dapat menyaksikan secara langsung perjalanan penulis hingga menyelesaikan pendidikan ini, setiap perjuangan, kerja keras, kasih sayang, serta nilai-nilai kehidupan yang papa tanamkan semasa hidup senantiasa menjadi sumber kekuatan dan motivasi bagi penulis. Doa dan harapan papa semasa hidup menjadi penyemangat bagi penulis untuk terus bertahan dan menyelesaikan pendidikan ini. Terima kasih atas segala cinta, pengorbanan, doa, dan kasih sayang yang telah papa berikan. Skripsi ini penulis persembahkan sebagai wujud cinta, bakti, rasa hormat, dan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada papa. Kehilangan papa adalah luka yang tidak akan pernah benar-benar sembuh, tetapi juga menjadi penguat bagi penulis untuk terus melangkah hingga mencapai titik ini. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan ampunan kepada almarhum papa, melapangkan kuburnya, serta menempatkannya di tempat terbaik di sisi-Nya.

Yang teristimewa, penulis juga mempersembahkan skripsi ini kepada mama tercinta, **Nova Elysa**, perempuan hebat yang senantiasa menjadi sumber kekuatan dalam hidup penulis. Terima kasih atas kasih sayang yang tak pernah putus, atas setiap doa yang selalu dipanjatkan, serta atas segala pengorbanan, kerja keras, dan perjuangan dalam melahirkan, merawat, membesarkan, serta mendampingi penulis hingga mampu menyelesaikan pendidikan ini. Mama adalah sosok yang memiliki peran sangat besar dalam setiap langkah dan pencapaian penulis. Semangat, motivasi,

serta kepercayaan yang mama berikan menjadi alasan bagi penulis untuk terus bangkit dan tidak menyerah dalam menghadapi setiap proses. Penulis menyadari bahwa setiap keberhasilan yang diraih tidak terlepas dari doa yang selalu mama panjatkan dan pengorbanan yang tanpa lelah mama berikan demi masa depan anak-anaknya. Terima kasih telah berjuang sejak penulis kecil hingga mampu menyandang gelar sarjana. Setiap tetes keringat, air mata, dan keikhlasan mama menjadi pengingat bagi penulis untuk terus berusaha menjadi anak yang dapat membanggakan dan membahagiakan mama. Penulis senantiasa memohon kepada Allah SWT agar mama diberikan kesehatan, umur yang panjang, kebahagiaan, serta keberkahan dalam setiap langkah kehidupan, sehingga mama dapat terus mendampingi dan menyaksikan setiap impian yang ingin penulis wujudkan.

Selanjutnya, penulis juga menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Akrim, M.Pd.,** selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ibu **Dra. Hj. Syamsuyurnita, M.Pd.**, selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu **Dr. Hj. Dewi Kesuma Nasution, S.S., M.Hum.**, selaku Wakil Dekan I Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak **Dr. Mandra Saragih, S.Pd., M.Hum.**, selaku Wakil Dekan III Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

5. Ibu **Sri Wahyuni, S.Pd., M.Pd.**, selaku Ketua Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak **Dr. Irvan, S.Pd., M.Si.**, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Matematika serta staf administrasi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, serta pelayanan selama penulis menempuh pendidikan.
8. Kepala sekolah, guru mata pelajaran matematika, serta peserta didik kelas XI SMK Tritech Informatika yang telah memberikan izin, bantuan, dan kerja sama selama pelaksanaan penelitian.
9. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh keluarga besar yang selalu menyayangi, mendoakan, dan memberikan dukungan kepada penulis. Terima kasih telah menjadi rumah yang selalu menguatkan dan mengiringi setiap langkah penulis hingga mampu menyelesaikan pendidikan ini.
10. Terima kasih kepada tante saya, **Rofika** yaitu kakak dari almarhum papa, yang telah banyak membantu, mendoakan, dan mendukung penulis selama menyelesaikan pendidikan ini.

11. kepada adik tercinta, **Balqis Athaya** terima kasih telah menjadi teman cerita, penyemangat, dan penghibur dalam setiap proses yang penulis lalui hingga mampu menyelesaikan pendidikan ini. Semoga senantiasa diberikan kesehatan, kebahagiaan, serta kemudahan dalam meraih setiap cita-citamu.
12. Kepada **Dandi Pratama Sadewa** yang selalu hadir, bukan hanya saat semuanya baik-baik saja, tetapi juga ketika penulis berada di titik lelah dan penuh keraguan. Terima kasih atas doa, perhatian, dukungan, dan kesabaran yang selalu diberikan. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan ini.
13. Kepada **Ayu Andini,** dan **Adam Ramadhan** yang selalu hadir menemani setiap proses, memahami setiap kesulitan yang penulis hadapi, serta memberikan dukungan, nasihat, dan semangat tanpa henti. Terima kasih telah menjadi teman seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi ini.
14. Kepada teman-teman seperjuangan Program Studi Pendidikan Matematika yang telah bersama selama kurang lebih empat tahun. Terima kasih atas kebersamaan, canda tawa, dukungan, serta setiap kenangan yang telah menjadi bagian indah dalam perjalanan perkuliahan penulis.
15. *Last but not least*, untuk diri saya sendiri, **Syifani Aulia**, terima kasih atas komitmen dan tanggung jawab dalam menyelesaikan apa yang telah dimulai. Proses yang dijalani tidak selalu mudah, namun dengan keteguhan, keberanian, dan keyakinan, penulis mampu bertahan. Terima kasih karena telah memilih untuk tetap melangkah meskipun harus menghadapi kehilangan papa setahun yang lalu dan ada keinginan yang tidak bisa tercapai. Terima kasih karena tidak

menyerah di saat rasa sedih, lelah, kecewa, dan putus asa datang silih berganti. Setiap air mata, setiap doa, dan setiap langkah yang terasa begitu berat akhirnya mengantarkan penulis hingga berada di titik ini. Semoga pencapaian ini menjadi awal dari langkah-langkah baik berikutnya dan menjadi hadiah terbaik untuk diri sendiri, keluarga, serta almarhum papa yang selalu hidup di dalam doa dan hati penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan karya ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri, pembaca, maupun pihak-pihak yang berkepentingan, serta dapat menjadi salah satu referensi dalam pengembangan pembelajaran matematika, khususnya yang mengintegrasikan *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur.

Medan, Juli 2026
Penulis

Syifani Aulia
2202030023

DAFTAR ISI

ABSTRAK ..... **i**
KATA PENGANTAR ..... **ii**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR TABEL ..... **x**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Identifikasi Masalah 6
1.3 Batasan Masalah 7
1.4 Rumusan Masalah 8
1.5 Tujuan Penelitian 8
1.6 Manfaat Penelitian 9
BAB II LANDASAN TEORI **11**
2.1. Kerangka Teoritis 11
2.2. Modul Pembelajaran 16
2.3. Modul Pembelajaran Berbasis Artificial Intelligence 23
2.4. Learning Assistant Terstruktur 29
2.5. Kemandirian Belajar 34
2.6. Keterkaitan Modul Pembelajaran Berbasis Artificial Intelligence sebagai Learning Assistant Terstruktur dengan Kemandirian Belajar 39
2.7. Penelitian Relevan 45
2.8. Kerangka Konseptual 49
BAB III METODE PENELITIAN **51**
3.1 Jenis Penelitian 51
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian 52

3.3 Subjek dan Objek Penelitian 53
3.4 Prosedur Penelitian..... 53
3.5 Instrumen Penilaian..... 57
3.6 Teknik Pengumulan Data 64
3.7 Teknik Analisis Data 67
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 71
4.1 Hasil Penelitian 71
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian 141
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 165
5.1 Kesimpulan 165
5.2 Saran..... 166
DAFTAR PUSTAKA..... 168
LAMPIRAN..... 173

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Skala Likert Instrumen Penelitian 58
Tabel 3. 2 Kisi-Kisi Angket Penilaian Ahli Materi 59
Tabel 3. 3 Kisi-Kisi Angket Penilaian Ahli Media 60
Tabel 3. 4 Kisi-Kisi Angket Kemandirian Belajar Peserta didik 62
Tabel 3. 5 Kisi-Kisi Angket Respons Peserta didik terhadap Modul 63
Tabel 3. 6 Kategori Tingkat Kelayakan Modul 68
Tabel 3. 7 Kategori Respons Peserta didik terhadap Modul 69
Tabel 3. 8 Kategori Tingkat Kemandirian Belajar Peserta didik 70
Tabel 4. 1 Analisis Kurikulum Materi Fungsi Kuadrat 85
Tabel 4. 2 Ringkasan Instrumen Penelitian 105
Tabel 4. 3 Identitas Validator Ahli Materi 116
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Materi 116
Tabel 4. 5 Kategori Tingkat Kelayakan Modul 117
Tabel 4. 6 Identitas Validator Ahli Media 119
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Media 120
Tabel 4. 8 Jadwal Pelaksanaan Uji Coba Produk 127
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Hasil Angket Respons Peserta didik 129
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Hasil Angket Kemandirian Belajar 134
Tabel 4. 11 Ringkasan Hasil Evaluasi Pengembangan Modul 141

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konsep Kerangka Berpikir 50
Gambar 3. 1 Prosedur Penelitan dan Pengembangan ADDIE 72
Gambar 4. 1 Alur Integrasi AI sebagai Learning Assistant Terstruktur 101
Gambar 4. 2 Tampilan Cover Modul 111
Gambar 4. 3 Tampilan Petunjuk Penggunaan Modul 111
Gambar 4. 4 Tampilan Apersepsi dan Video Pembelajaran 112
Gambar 4. 5 Tampilan Ringkasan Materi dan Diskusi Terarah dengan AI 112
Gambar 4. 6 Tampilan Latihan Mandiri dan Refleksi 112
Gambar 4. 7 Pelaksanaan Pembelajaran Menggunakan Modul 128
Gambar 4. 8 Peserta Didik Menggunakan AI sebagai Learning Assistant 128
Gambar 4. 9 Peserta Didik Mengerjakan Latihan Mandiri 128
Gambar 4. 10 Kesan dan Pesan Peserta Didik terhadap Modul 133

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup 174
Lampiran 2: Produk yang Dikembangkan 175
Lampiran 3: Hasil Validasi Ahli Materi 181
Lampiran 4: Hasil Validasi Ahli Media 185
Lampiran 5: Hasil Angket Kemandirian Belajar Peserta Didik 190
Lampiran 6: Hasil Angket Respon Peserta Didik 197
Lampiran 7: Latihan Soal 204
Lampiran 8: K1 208
Lampiran 9: K2 209
Lampiran 10: K3 210
Lampiran 11: Berita Acara Seminar Proposal 211
Lampiran 12: Berita Acara Bimbingan Proposal 212
Lampiran 13: Surat Izin Riset 213
Lampiran 14: Surat Balasan Riset 214
Lampiran 15: Dokumentasi Penelitian 215

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada jenjang Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), orientasi belajar matematika melampaui sekadar penguasaan rumus hitungan. Proses edukasi ini dirancang demi mempertajam nalar, menguatkan esensi materi, serta memicu keterlibatan aktif siswa dalam mengonstruksi pemikiran mereka. Karakteristik matematika yang abstrak dan struktural menuntut peserta didik lihai menghubungkan berbagai konsep sekaligus merumuskan solusi masalah secara mandiri. Oleh sebab itu, kemandirian belajar andil besar sebagai elemen krusial. Hal ini dikarenakan setiap peserta didik wajib memiliki kompetensi untuk menyusun agenda studi, mengontrol progres pribadi, hingga mengevaluasi capaian belajarnya secara sadar serta penuh tanggung jawab.

Banyak studi yang membuktikan kalau kemandirian belajar atau *self-regulated learning* (SRL) punya andil besar dalam kesuksesan belajar matematika. Contohnya, riset dari (Tusaadia et al., 2022) memperlihatkan bahwa SRL ini berdampak langsung pada nilai akademis dan ketajaman nalar matematis siswa. Tapi di sisi lain, hasil studi (Nurjanah et al., 2022) justru menemukan fakta bahwa sikap mandiri siswa dalam belajar ternyata masih kurang, padahal mereka sudah dikasih materi pengajaran dan latihan soal yang cukup.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa kemandirian belajar tidak cukup hanya ditumbuhkan melalui latihan semata, tetapi memerlukan desain pembelajaran yang

secara sadar mengarahkan proses belajar peserta didik. Kondisi ini mengindikasikan bahwa proses pembelajaran yang berlangsung belum sepenehunya memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan merencanakan, memonitor, dan mengevaluasi belajarnya. Tanpa desain pembelajaran yang secara eksplisit mendukung SRL, peserta didik cenderung mengabaikan aspek monitoring dan refleksi diri dalam belajar matematika (Aulia Firdaus et al., 2021).

Pengembangan kemampuan belajar mandiri peserta didik dapat difasilitasi melalui penggunaan modul, yaitu perangkat pembelajaran yang disusun secara runtut dan terarah agar peserta didik memperoleh bimbingan dalam mengelola proses belajarnya sendiri. Modul merupakan perangkat pembelajaran yang tidak sekadar berisi materi, tetapi juga dilengkapi dengan tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan, aktivitas belajar yang terarah, latihan, serta evaluasi.

Dengan karakteristik tersebut, modul berperan sebagai pemandu belajar yang membantu peserta didik menyusun rencana pembelajaran, memantau perkembangan belajarnya, serta melakukan refleksi dan penilaian terhadap proses pembelajaran secara sadar dan bertanggung jawab. Oleh karena itu, modul pembelajaran berperan penting dalam menciptakan proses pembelajaran yang mendorong keaktifan peserta didik, khususnya pada mata pelajaran matematika yang membutuhkan pemahaman konsep serta keterkaitan antarkonsep secara sistematis.

Pemanfaatan modul pembelajaran di sekolah berperan penting dalam mengembangkan kemandirian belajar, karena memberikan arahan yang jelas dan

terstruktur. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa modul pembelajaran yang dirancang secara pedagogis dan mendorong aktivitas berpikir serta refleksi dapat berkontribusi terhadap kemandirian belajar peserta didik. Oleh karena itu, modul pembelajaran memiliki potensi sebagai sarana pendukung pengembangan SRL dalam pembelajaran matematika.

Seiring perkembangan teknologi digital, *Artificial Intelligence* (AI) semakin banyak dimanfaatkan dalam pembelajaran matematika karena kemampuannya menyediakan umpan balik cepat, penjelasan langkah penyelesaian, serta dukungan belajar yang bersifat personal. Secara potensial, AI dapat berfungsi sebagai alat bantu berpikir yang mendukung pemahaman konsep dan proses penalaran peserta didik. Namun, dalam praktiknya, pemanfaatan AI di kalangan peserta didik SMK belum sepenuhnya selaras dengan tujuan pembelajaran matematika.

Berdasarkan observasi peneliti saat pelaksanaan Pengenalan Lapangan Sekolah (PLP) di SMK Tritech Informatika Medan, ditemukan kecenderungan bahwa sebagian besar peserta didik menggunakan AI hanya untuk memperoleh jawaban akhir atau langkah instan tanpa melalui proses analisis dan refleksi terhadap konsep yang dipelajari. Pola penggunaan ini menunjukkan bahwa AI lebih diposisikan sebagai *penyedia jawaban* daripada sebagai *alat bantu belajar*, sehingga berpotensi menghambat perkembangan kemandirian belajar peserta didik.

Kondisi tersebut semakin menantang peran guru karena penggunaan AI tidak selalu terjadi dalam situasi pembelajaran yang terkontrol. Guru menghadapi

keterbatasan dalam memantau dan mengarahkan pemanfaatan AI oleh peserta didik, terutama ketika teknologi ini digunakan secara mandiri di luar jam pembelajaran. Tanpa adanya bahan ajar yang secara khusus mengarahkan pemanfaatan AI secara pedagogis, penggunaan AI cenderung tidak terintegrasi dengan tujuan pembelajaran dan berpotensi memperkuat ketergantungan peserta didik dalam menyelesaikan tugas matematika.

Dengan demikian, bahan ajar perlu dirancang tidak hanya untuk menyampaikan materi pembelajaran, tetapi juga untuk memberikan arahan dan membatasi pemanfaatan AI secara pedagogis sehingga penggunaannya tetap mendukung pencapaian tujuan pembelajaran. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, modul pembelajaran dapat dikembangkan sebagai bahan ajar yang membantu peserta didik mengelola proses belajarnya sendiri, sekaligus mengintegrasikan AI sebagai *learning assistant* yang terarah, reflektif, dan bertanggung jawab untuk mendukung kemandirian belajar.

Beberapa penelitian telah mengkaji pemanfaatan AI dalam pembelajaran matematika (Soesanto et al., 2022) menunjukkan bahwa peserta didik mengharapkan AI berfungsi sebagai alat bantu berpikir melalui panduan konseptual dan reflektif. Namun, penelitian lain masih lebih berfokus pada persepsi peserta didik, minat belajar, atau hasil belajar akademik (Sarwoedi et al., 2025; Winanti, 2025). Penelitian – penelitian tersebut belum mengintegrasikan AI secara sistematis ke dalam bahan

ajar yang membimbing proses berpikir matematis dan kemandirian belajar peserta didik secara terstruktur.

Berdasarkan telaah terhadap penelitian-penelitian terdahulu, kajian mengenai kemandirian belajar dan pemanfaatan Artificial Intelligence dalam pembelajaran matematika masih berjalan secara terpisah. Penelitian tentang self-regulated learning belum mengintegrasikan AI ke dalam modul pembelajaran sebagai alat bantu belajar yang terarah dan sistematis. Sebaliknya, penelitian tentang AI dalam pembelajaran matematika belum difokuskan pada pengembangan kemandirian belajar peserta didik melalui tahapan self-regulated learning. Selain itu, AI belum dikembangkan secara eksplisit sebagai learning assistant terstruktur dalam modul pembelajaran yang membimbing peserta didik untuk merencanakan, memonitor, dan merefleksikan proses berpikir matematis. Kesenjangan inilah yang menjadi dasar pengembangan penelitian ini.

Oleh karena itu, bahan ajar yang mengintegrasikan AI secara pedagogis harus dibuat untuk mendukung kemandirian belajar siswa. Penelitian ini mengembangkan modul pembelajaran matematika berbasis AI yang berfungsi sebagai asisten pembelajaran terstruktur yang membantu siswa berpikir matematis secara mandiri. Peserta didik di SMK Tritech Informatika Medan di kelas XI harus memahami konsep dan dapat menganalisis fungsi kuadrat, yang merupakan topik utama modul ini. Oleh karena itu, diharapkan bahwa penelitian ini akan memberikan kontribusi

teoretis dan praktis dalam pengembangan bahan ajar matematika berbasis teknologi yang mendukung kemandirian belajar peserta didik.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah:

1. Kemandirian belajar (*self-regulated learning*) peserta didik SMK dalam pembelajaran matematika masih tergolong rendah.
2. Proses pembelajaran dan bahan ajar yang digunakan belum secara optimal dirancang untuk mendukung pengembangan *self-regulated learning* peserta didik.
3. Pemanfaatan *Artificial Intelligence* oleh peserta didik dalam pembelajaran matematika belum terarah secara pedagogis dan cenderung digunakan untuk memperoleh jawaban instan.
4. Guru memiliki keterbatasan dalam mengontrol dan mengarahkan penggunaan AI oleh peserta didik agar tetap selaras dengan tujuan pembelajaran.
5. Belum tersedia modul pembelajaran matematika yang secara sistematis mengintegrasikan AI sebagai learning assistant terstruktur untuk membimbing tahapan self-regulated learning peserta didik.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terfokus dan tidak meluas dari permasalahan utama, maka pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi pada peserta didik Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) kelas XI di SMK Tritech Informatika Medan dengan materi pembelajaran matematika fungsi kuadrat, sesuai dengan kurikulum yang berlaku di SMK.
2. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini dibatasi pada modul pembelajaran matematika yang mengintegrasikan *Artificial Intelligence* secara pedagogis sebagai learning assistant terstruktur untuk membimbing proses belajar mandiri peserta didik.
3. Pemanfaatan AI dalam penelitian ini dibatasi pada perannya sebagai *learning assistant* terstruktur, yaitu sebagai alat bantu berpikir peserta didik dalam memahami konsep, menyelesaikan masalah, dan melakukan refleksi pembelajaran, bukan sebagai sarana untuk memperoleh jawaban instan.
4. Penelitian ini difokuskan pada kemandirian belajar peserta didik, yang meliputi kemampuan merencanakan, memonitor, dan mengevaluasi proses belajar matematika.

1.4 Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas, perumusan masalah yang akan menjadi fokus penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat kelayakan modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence sebagai learning assistant terstruktur berdasarkan hasil validasi ahli materi dan ahli media?
2. Bagaimana respons peserta didik terhadap penggunaan modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence sebagai learning assistant terstruktur?
3. Bagaimana tingkat kemandirian belajar peserta didik setelah menggunakan modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence sebagai learning assistant terstruktur pada materi fungsi kuadrat?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui tingkat kelayakan modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence sebagai learning assistant terstruktur berdasarkan validasi ahli materi dan ahli media.
2. Untuk mengetahui respons peserta didik terhadap penggunaan modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence sebagai learning assistant terstruktur.

3. Untuk menggambarkan tingkat kemandirian belajar peserta didik setelah menggunakan modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence sebagai learning assistant terstruktur pada materi fungsi kuadrat.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan melalui riset ini mencakup beberapa aspek di bawah ini:

a. Bagi peserta didik: Riset ini diharapkan bisa membantu memicu kemandirian belajar peserta didik saat mendalami matematika, terutama pada topik fungsi kuadrat, melalui pemanfaatan modul berbasis Artificial Intelligence sebagai *learning assistant* terstruktur yang membimbing peserta didik dalam merencanakan, memonitor, dan mengevaluasi proses belajarnya secara mandiri.
b. Bagi guru: Riset ini diharapkan mampu menawarkan opsi bahan ajar baru yang segar dan sejalan dengan tren teknologi dunia pendidikan.. Modul yang dikembangkan dapat membantu guru dalam mengintegrasikan Artificial Intelligence ke dalam pembelajaran matematika secara pedagogis dan terstruktur, serta mengarahkan penggunaan AI oleh peserta didik untuk mendukung kemandirian belajar.
c. Bagi sekolah: Riset ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan pembelajaran matematika berbasis teknologi. Modul pembelajaran yang dikembangkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar pendukung serta

menjadi bahan pertimbangan sekolah dalam merumuskan pemanfaatan Artificial Intelligence secara bijak dan terarah dalam pembelajaran matematika.

d. Bagi peneliti: Riset ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan pembelajaran matematika berbasis teknologi. Modul pembelajaran yang dikembangkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar pendukung serta menjadi bahan pertimbangan sekolah dalam merumuskan pemanfaatan Artificial Intelligence secara bijak dan terarah dalam pembelajaran matematika.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Kerangka Teoritis

2.1.1. Pembelajaran Matematika di SMK

Pembelajaran matematika di sekolah kejuruan merupakan proses pendidikan formal yang bertujuan mengembangkan keterampilan berpikir logis, sistematis, kritis, dan reflektif melalui penerapan konsep-konsep matematika yang abstrak dan terstruktur. Secara teoretis, pembelajaran matematika tidak dipandang sekadar sebagai proses penyampaian materi oleh guru, melainkan sebagai proses konstruktif yang mendorong siswa untuk terlibat dalam pembelajaran aktif. Menurut perspektif konstruktivis, pengetahuan dikembangkan melalui asimilasi dan akomodasi dalam pembelajaran (Piaget, dengan ulasan modern oleh Corte, 2012). Dengan demikian, siswa ditempatkan sebagai agen aktif yang mengembangkan pemahaman mereka melalui interaksi dengan materi pendidikan, lingkungan belajar, dan teknik pemecahan masalah.

Selain konstruktivisme, teori pembelajaran sosial juga memberikan kontribusi dalam menjelaskan dinamika pembelajaran di kelas. Menurut Bandura, proses pembelajaran dipengaruhi oleh interaksi antara individu, lingkungan, dan perilaku (determinisme timbal balik). Dalam konteks pendidikan modern, teori ini diulas kembali oleh (Schunk & DiBenedetto, 2016), yang menjelaskan bahwa model,

umpan balik, dan dukungan berperan dalam membentuk motivasi dan regulasi diri. Hal ini relevan dengan pendidikan matematika di sekolah kejuruan, yang mendorong partisipasi aktif dan lingkungan pedagogis yang tepat.

Lebih lanjut, teori self-regulated learning (SRL) menurut (Zimmerman, 2015) menjelaskan bahwa individu yang belajar secara efektif memiliki kemampuan merencanakan, memantau, dan merefleksikan proses belajarnya secara mandiri. Dalam pembelajaran matematika yang kompleks dan menuntut konsistensi latihan, penguasaan regulasi diri berperan sebagai salah satu penentu keberhasilan belajar. Atas dasar itu, kerangka teoretis pembelajaran matematika di SMK dalam studi ini bertumpu pada konstruktivisme, teori pembelajaran sosial, dan *self-regulated learning* sebagai landasan konseptual utama.

a. Hakikat Pembelajaran Matematika

1) Pengertian Pembelajaran Matematika

Proses sistematis yang dikenal sebagai proses pembelajaran matematika bertujuan agar peserta didik mampu mengembangkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir, dan keterampilan dalam memecahkan masalah melalui kegiatan eksploratif dan reflektif. Pemahaman konsep, koneksi antar-konsep, komunikasi matematis, dan keterampilan pemecahan masalah harus menjadi fokus dalam proses pembelajaran matematika sebagaimana dikemukakan oleh (National Council of Teachers of Mathematics, 2014).

Pembelajaran matematika dari perspektif konstruktivis adalah upaya untuk membantu siswa membangun struktur pengetahuan melalui pengalaman belajar yang bermakna daripada sekadar memberikan rumus atau instruksi (Corte, 2012). Dengan demikian, proses pembelajaran matematika perlu memberikan kesempatan kepada siswa untuk bereksperimen, mengajukan pertanyaan, melakukan kesalahan, dan merenungkan cara mereka berpikir. Metode ini meningkatkan peran aktif peserta didik dalam pengembangan pemahaman konsep matematika mereka.

2) Tujuan Pembelajaran Matematika di SMK

Di SMK, tujuan pembelajaran matematika bukan sekadar berfokus pada penguasaan kurikulum melainkan juga diarahkan untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Berdasarkan pendapat (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2019) kompetensi matematis didefinisikan sebagai kemampuan untuk menggunakan pengetahuan matematika untuk memahami serta menyelesaikan berbagai permasalahan dalam kehidupan nyata. (National Council of Teachers of Mathematics, 2014) berpendapat bahwa proses pembelajaran matematika di sekolah menengah harus meningkatkan keterampilan berorisinal.

Dalam konteks ini, keberhasilan pencapaian tujuan pembelajaran matematika ditentukan oleh partisipasi aktif peserta didik dalam mengatur proses belajarnya. (Schoenfeld, 2016) menekankan perlunya proses pembelajaran matematika yang efektif untuk memperhatikan bagaimana siswa berpikir dan memonitor proses pemecahan masalahnya. Dengan demikian, tujuan pembelajaran matematika di SMK

memiliki keterkaitan erat dengan pengembangan kemampuan regulasi diri peserta didik.

3) Karakteristik Materi Matematika (Abstrak, Hierarkis, Logis)

Materi matematika memiliki karakteristik yang membedakannya dari disiplin ilmu lain. Pertama, sifat abstrak, yaitu banyak konsep matematika tidak dapat diamati secara langsung dan memerlukan representasi simbolik. Kedua, sifat hierarkis, yang menunjukkan bahwa pemahaman terhadap konsep-konsep dasar menjadi landasan untuk mempelajari konsep yang lebih lanjut. Ketiga, sifat logis, yang menuntut konsistensi penalaran melalui proses deduktif dan induktif.

(Polya, dengan ulasan modern oleh Schoenfeld, 2016), menegaskan bahwa pemecahan masalah matematika memerlukan strategi heuristik serta kesadaran metakognitif dalam mengontrol langkah-langkah penyelesaian. Karakteristik abstrak dan logis tersebut menuntut pembelajaran yang terstruktur dan bertahap. Oleh karena itu, strategi pembelajaran yang memberikan dukungan konseptual (scaffolding) menjadi penting untuk membantu peserta didik memahami keterkaitan antarkonsep secara sistematis.

2.1.2 Permasalahan Pembelajaran Matematika di SMK

a. Kesulitan Belajar Matematika pada Peserta didik SMK

Kesulitan belajar matematika pada peserta didik SMK sering kali berkaitan dengan kompleksitas konsep dan tingkat abstraksi materi. (Ramirez et al., 2018)

menunjukkan bahwa kecemasan matematika (mathematics anxiety) memiliki hubungan signifikan dengan rendahnya performa akademik peserta didik. Kesulitan memahami konsep dasar, khususnya dalam aljabar dan fungsi, dapat meningkatkan beban kognitif peserta didik dan berdampak pada motivasi belajar.

Situasi ini menunjukkan bahwa peserta didik memerlukan dukungan belajar agar dapat membangun pemahaman konsep secara bertahap serta mengurangi tekanan kognitif dan emosional. Pendekatan pembelajaran yang memberikan bimbingan, umpan balik, dan kesempatan untuk melakukan refleksi mampu memfasilitasi peserta didik dengan cara yang lebih sistematis mengatasi tantangan tersebut.

b. Peran Peserta didik yang Masih Pasif dalam Pembelajaran

Di SMK, matematika sering diajarkan dengan pendekatan yang berpusat pada guru, yang menyebabkan siswa cenderung menyerap pelajaran secara pasif. Situasi ini bertentangan dengan pandangan konstruktivisme yang mengemukakan bahwa siswa perlu berpartisipasi aktif pada proses pengajaran pengetahuan (Corte, 2012).

Menurut (Schunk & DiBenedetto, 2016), strategi belajar yang mampu meningkatkan partisipasi aktif peserta didik diperlukan agar proses pembelajaran mampu memastikan siswa bukan sekadar memahami materi melainkan terlibat baik secara kognitif maupun emosional selama proses pembelajaran. Interaksi sosial, model pembelajaran yang jelas, serta umpan balik merupakan faktor-faktor yang dapat membantu meningkatkan partisipasi aktif peserta didik.

c. Rendahnya Kemandirian Belajar Peserta didik dalam Pembelajaran Matematika

Tidak optimalnya kemampuan belajar mandiri peserta didik dalam pembelajaran matematika terkait dengan masalah kemandirian belajar mereka. (Zimmerman, 2015) menjelaskan bahwa *self-regulated* learning adalah proses siklik yang terdiri dari tahap perencanaan (forethought), pelaksanaan (performance), dan refleksi diri (self-reflection). Jika peserta didik belum menguasai tahapan tersebut, mereka mungkin menghadapi masalah dalam mengelola strategi belajar, mempertahankan motivasi, dan mengevaluasi hasil belajar mereka.

(Panadero, 2017) menegaskan bahwa *self-regulated learning* merupakan prediktor penting keberhasilan akademik. Dalam konteks matematika, kemampuan mengatur strategi belajar, memonitor pemahaman, dan merefleksikan kesalahan sangat menentukan keberhasilan dalam menyelesaikan masalah. Berdasarkan kondisi tersebut, pengembangan proses pembelajaran yang secara sadar melatih regulasi diri peserta didik menjadi kebutuhan yang relevan dan mendesak dalam konteks pendidikan matematika di SMK.

2.2. Modul Pembelajaran

Modul pembelajaran dipahami sebagai bentuk media pembelajaran terstruktur yang disusun guna mendukung proses pembelajaran peserta didik secara mandiri, sistematis, dan berorientasi pada pencapaian tujuan pembelajaran yang jelas. Dalam

perspektif pedagogis modern, modul tidak lagi sekadar kumpulan materi cetak, melainkan perangkat instruksional yang dirancang berdasarkan prinsip teori belajar dan karakteristik peserta didik.

Secara teoretis, konsep modul pembelajaran memiliki keterkaitan erat dengan teori *self-directed learning* menurut (Knowles et al., 2015), teori tersebut menekankan pentingnya keterlibatan aktif peserta didik dalam merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi proses belajarnya. Dalam konteks ini, modul berfungsi sebagai alat yang memberikan struktur sekaligus ruang otonomi kepada peserta didik. (Garrison, 2017) memperluas gagasan tersebut dengan menekankan bahwa pembelajaran mandiri yang efektif memerlukan keseimbangan antara kontrol diri peserta didik dan dukungan instruksional yang memadai. Artinya, kemandirian belajar tidak berarti belajar tanpa arahan, melainkan belajar dengan struktur yang memungkinkan regulasi diri berkembang secara bertahap.

Dari perspektif konstruktivis, pembelajaran terjadi ketika siswa secara aktif mengembangkan pengetahuannya melalui interaksi dengan lingkungan belajar dan sumber belajar yang digunakan. Piaget menekankan bahwa ketika seseorang dihadapkan pada pengalaman belajar yang membutuhkan kemampuan kognitif mereka, proses asimilasi dan akomodasi terjadi. (Mayer, 2021) menggunakan prinsip konstruktivis saat membuat bahan pelajaran. Dia menekankan betapa pentingnya mengorganisasikan informasi dengan cara yang sistematis untuk mengurangi beban kognitif dan meningkatkan pemahaman konseptual. Oleh karena itu, modul

pembelajaran melakukan lebih dari sekedar menyampaikan informasi; itu adalah struktur yang membantu seseorang secara bertahap belajar.

Seiring perkembangan teknologi, konsep adaptivitas dalam pembelajaran yang dikemukakan oleh (Woolf, 2010) melalui teori *intelligent tutoring systems* memperluas fungsi modul menjadi lebih personal dan responsif terhadap kebutuhan belajar peserta didik. Adaptivitas ini menjadi sangat relevan pada proses pembelajaran matematika di SMK karena mata pelajaran tersebut memiliki karakter abstrak dan hierarkis. Atas dasar tersebut, pengembangan modul pembelajaran matematika perlu tidak hanya mengandalkan prinsip kemandirian, tetapi juga memerlukan desain yang terstruktur, adaptif, dan berbasis teori regulasi diri.

2.2.1 Pengertian Modul Pembelajaran

Modul pembelajaran adalah unit bahan ajar yang disusun secara sistematis yang mencakup materi, tujuan pembelajaran, aktivitas belajar, latihan, dan evaluasi. Modul dirancang sehingga siswa dapat menggunakannya secara relatif mandiri tanpa bergantung sepenuhnya pada instruksi guru.

Namun demikian, penting untuk ditegaskan bahwa kemandirian dalam penggunaan modul bukan berarti absennya peran guru. Mengacu pada teori *self-directed learning* (Knowles et al., 2015), peran guru bergeser dari sumber utama informasi menjadi perancang pengalaman belajar. Modul menjadi medium yang menjembatani desain instruksional guru dengan aktivitas belajar peserta didik.

(Garrison, 2017) menekankan bahwa pembelajaran mandiri yang efektif membutuhkan tiga komponen utama: motivasi, kontrol diri, dan dukungan struktur. Tanpa struktur yang jelas, otonomi belajar justru dapat menimbulkan kebingungan dan menurunkan efektivitas belajar. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, modul diposisikan sebagai perangkat yang tidak hanya memberikan kebebasan belajar, tetapi juga menyediakan arahan konseptual dan prosedural secara sistematis.

2.2.2 Modul sebagai Bahan Ajar Mandiri

Modul ini berfungsi sebagai sumber bahan ajar mandiri, memungkinkan siswa belajar sesuai kecepatan dan kebutuhan masing-masing. Prinsip ini relevan dalam konteks pembelajaran matematika di sekolah kejuruan, di mana sering terdapat kesenjangan yang signifikan dalam capaian belajar peserta didik.

Namun demikian, implementasi pembelajaran mandiri pada jenjang SMK menghadapi tantangan tersendiri. Peserta didik SMK masih dalam tahap perkembangan kemampuan metakognitif yang belum sepenuhnya stabil, berbeda dengan mahasiswa yang lebih matang dalam regulasi diri. Proses siklik yang terdiri dari perencanaan, pelaksanaan, dan refleksi membantu perkembangan pembelajaran self-regulated (Zimmerman, 2015). Peserta didik mungkin kesulitan mengelola pembelajaran secara mandiri jika mereka tidak menerima dukungan yang cukup. Oleh karena itu, modul pembelajaran dalam penelitian ini tidak hanya dipahami sebagai bahan ajar mandiri, tetapi sebagai instrumen yang secara eksplisit dirancang untuk melatih regulasi diri peserta didik melalui struktur kegiatan belajar yang terarah.

2.2.3 Karakteristik Modul Pembelajaran yang Baik

Karakteristik modul yang baik tidak hanya bersifat administratif, tetapi harus memiliki landasan teoritis yang jelas.

a. Self Instructional

Karakter self-instructional menuntut modul mampu membimbing peserta didik melalui instruksi yang jelas, sistematis, dan terstruktur. (Mayer, 2021) menegaskan bahwa desain instruksional yang baik harus mempertimbangkan beban kognitif peserta didik. Dalam pembelajaran matematika, struktur langkah demi langkah sangat penting untuk mencegah kebingungan konseptual.

b. Self Contained dan Stand Alone

Karakter self-contained dan stand alone memastikan bahwa modul memuat seluruh komponen pembelajaran dalam satu kesatuan yang utuh. Hal ini penting dalam konteks pembelajaran matematika yang bersifat hierarkis. Ketergantungan pada sumber eksternal yang tidak terstruktur dapat meningkatkan beban kognitif dan menurunkan efektivitas belajar.

c. Adaptif

Adaptivitas menjadi karakteristik yang semakin penting dalam pembelajaran abad ke-21. (Woolf, 2010) menjelaskan bahwa sistem pembelajaran adaptif mampu menyesuaikan tingkat bantuan berdasarkan respons peserta didik. Dalam konteks

penelitian ini, adaptivitas menjadi kunci pembeda antara modul konvensional dengan modul berbasis Artificial Intelligence.

Namun demikian, adaptivitas perlu dirancang secara pedagogis, bukan sekadar teknologis. Tanpa kerangka teori yang jelas, penggunaan AI berpotensi hanya menjadi fitur tambahan tanpa dampak signifikan terhadap pembelajaran.

d. User Friendly

Desain yang ramah pengguna penting untuk menjaga fokus peserta didik pada substansi materi, bukan pada aspek teknis penggunaan. Prinsip ini berkaitan langsung dengan pengurangan beban kognitif dan peningkatan keterlibatan belajar (Mayer, 2021).

2.2.4 Fungsi dan Manfaat Modul Pembelajaran

a. Bagi Peserta didik

Bagi peserta didik, modul berfungsi sebagai sarana pengembangan kemandirian belajar. Otonomi yang diberikan melalui modul memungkinkan peserta didik mengatur strategi dan waktu belajar. Namun, kemandirian tersebut perlu dibangun secara bertahap melalui scaffolding yang terstruktur.

b. Bagi Guru

Bagi guru, modul berfungsi sebagai alat pengorganisasian pembelajaran. Modul memungkinkan guru menerapkan diferensiasi instruksi tanpa kehilangan kontrol terhadap capaian pembelajaran.

c. Dalam Pembelajaran Mandiri

Dalam konteks pembelajaran mandiri, modul berperan sebagai scaffold yang mendukung perkembangan regulasi diri peserta didik. (Zimmerman, 2015) menegaskan bahwa dukungan eksternal yang terstruktur pada tahap awal pembelajaran sangat penting sebelum peserta didik mampu belajar secara sepenuhnya mandiri.

2.2.5 Modul Pembelajaran Matematika

a. Ciri Modul Matematika

Pembelajaran matematika memerlukan visualisasi, latihan bertahap, dan aktivitas pemecahan masalah (Schoenfeld, 2016). Modul matematika yang efektif harus dirancang untuk mendukung pembentukan pemahaman konseptual dan pengembangan strategi heuristik.

b. Tantangan Pengembangan Modul Matematika

Sifat abstrak matematika sering menimbulkan kecemasan belajar (Ramirez et al., 2018). Jika modul tidak dirancang secara bertahap dan adaptif, peserta didik berpotensi mengalami kelelahan kognitif dan kehilangan motivasi.

Selain itu, integrasi teknologi seperti AI membawa tantangan tambahan, yaitu potensi ketergantungan peserta didik terhadap sistem. Jika AI hanya berfungsi sebagai pemberi jawaban, maka regulasi diri peserta didik justru dapat menurun. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, AI diposisikan secara konseptual sebagai *learning assistant terstruktur*, bukan sebagai mesin penyedia solusi instan.

2.3. Modul Pembelajaran Berbasis Artificial Intelligence

Perkembangan teknologi digital dalam pendidikan telah mendorong transformasi bahan ajar dari bentuk statis menuju bentuk yang lebih interaktif dan adaptif. Dalam konteks ini, Artificial Intelligence (AI) mulai diintegrasikan dalam sistem pembelajaran sebagai sarana pendukung proses belajar peserta didik. Namun demikian, integrasi AI dalam pendidikan tidak dapat dilepaskan dari landasan pedagogis yang kuat. Teknologi tidak boleh berdiri sendiri, melainkan harus berfungsi sebagai alat yang memperkuat tujuan pembelajaran.

(Holmes et al., 2019) menegaskan bahwa penerapan AI dalam pendidikan (Artificial Intelligence in Education/AIED) berorientasi pada peningkatan kualitas pembelajaran melalui personalisasi, umpan balik adaptif, dan dukungan belajar yang

berkelanjutan. Namun, mereka juga mengingatkan bahwa efektivitas AI sangat bergantung pada desain pedagogisnya. Dengan demikian, pengembangan modul pembelajaran berbasis AI tidak semata-mata merupakan inovasi teknologi, tetapi merupakan pengembangan instruksional yang berbasis teori belajar.

Dalam penelitian ini, modul pembelajaran berbasis AI diposisikan bukan sebagai pengganti guru, melainkan sebagai *learning assistant* yang terintegrasi dalam struktur modul untuk mendukung kemandirian belajar peserta didik SMK dalam pembelajaran matematika.

2.3.1 Konsep Modul Pembelajaran Berbasis AI

a. Definisi Modul Pembelajaran Berbasis AI

Modul pembelajaran berbasis AI didefinisikan sebagai bahan ajar terstruktur yang mengintegrasikan sistem kecerdasan buatan untuk memberikan dukungan belajar adaptif, seperti umpan balik otomatis, pertanyaan pemandu, dan rekomendasi langkah belajar yang disesuaikan dengan respons peserta didik.

(Luckin et al., 2016) menjelaskan peran AI di bidang pendidikan sebagai *intelligent support system* yang mampu menyesuaikan bantuan belajar berdasarkan interaksi pengguna. Dalam konteks modul, integrasi AI memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memperoleh arahan pembelajaran yang semakin personal dibandingkan modul konvensional.

Namun demikian, penting ditegaskan bahwa adaptivitas dalam modul berbasis AI tetap harus berada dalam kerangka teori konstruktivisme. AI tidak boleh mengambil alih proses kognitif peserta didik, melainkan harus berperan sebagai fasilitator yang membantu peserta didik mengonstruksi pengetahuan secara aktif. Prinsip ini selaras dengan pandangan (Mayer, 2021) bahwa teknologi pembelajaran harus dirancang untuk mendukung proses kognitif, bukan menggantikannya.

Secara operasional dalam penelitian ini, modul berbasis AI dirancang untuk:

1) Memberikan pertanyaan pemandu sebelum jawaban akhir ditampilkan.
2) Menyediakan umpan balik konseptual, bukan sekadar verifikasi benar–salah.
3) Memberikan dukungan bertahap (scaffolding) sesuai kebutuhan peserta didik.

Pendekatan ini menempatkan AI sebagai sistem pendukung proses berpikir, bukan sebagai penyedia solusi instan.

b. Landasan Teoretis Integrasi AI dalam Modul

1) Teori Scaffolding

(Van de pol et al., 2010) menjelaskan bahwa scaffolding merupakan pemberian bantuan sementara yang disesuaikan dengan tingkat kemampuan peserta didik dan secara bertahap dikurangi ketika kompetensi meningkat. Dalam konteks AI, konsep ini diterjemahkan dalam bentuk bantuan digital yang adaptif.

(Woolf, 2010) melalui teori *intelligent tutoring systems* menekankan bahwa sistem adaptif yang efektif harus mampu:

a) Mendiagnosis tingkat pemahaman peserta didik,

b) Memberikan bantuan yang sesuai,

c) Mengurangi bantuan secara bertahap.

Prinsip inilah yang menjadi dasar pedagogis modul berbasis AI dalam penelitian ini.

2) Teori Self-Regulated Learning (SRL)

(Zimmerman, 2015) menjelaskan bahwa self-regulated learning terdiri dari tiga fase: *forethought*, *performance*, dan *self-reflection*. Modul berbasis AI dapat dirancang untuk mendukung ketiga fase tersebut, misalnya:

a) Memberikan perencanaan tujuan belajar (fase forethought),

b) Memberikan umpan balik selama pengerjaan soal (fase performance),

c) Memberikan refleksi hasil belajar (fase self-reflection).

(Panadero, 2017) menegaskan bahwa umpan balik formatif berperan penting dalam mengembangkan regulasi diri peserta didik. Atas dasar itu, penerapan AI pada modul harus difokuskan untuk memberikan umpan balik formatif guna mendorong refleksi, bukan hanya penilaian terhadap hasil belajar.

3) Teori Pemecahan Masalah Matematika

(Schoenfeld, 2016) menekankan bahwa pemecahan masalah matematika harus berfokus pada proses berpikir, bukan hanya jawaban akhir. Jika AI hanya memberikan hasil akhir, maka fungsi pedagogisnya menjadi kontraproduktif. Sebaliknya, jika AI memberikan pertanyaan pemantik dan arahan heuristik, maka teknologi tersebut dapat memperkuat strategi berpikir matematis peserta didik.

Dengan demikian, integrasi AI dalam modul pembelajaran matematika harus dirancang untuk:

a) Mendorong eksplorasi strategi,

b) Mengarahkan refleksi langkah penyelesaian,

c) Mengembangkan kesadaran metakognitif.

2.2.3 Perbedaan Modul Konvensional dan Modul Berbasis AI

Secara struktural, modul konvensional bersifat linear dan statis. Semua peserta didik menerima materi dan latihan yang sama tanpa mempertimbangkan variasi kebutuhan belajar. Modul berbasis AI, sebaliknya, memungkinkan diferensiasi bantuan berdasarkan interaksi peserta didik.

Namun demikian, secara pedagogis, keduanya berorientasi pada sasaran yang serupa, yaitu mendukung peserta didik dalam mencapai kompetensi yang ditetapkan.

Perbedaannya terletak pada mekanisme dukungan belajar. Modul berbasis AI menyediakan dukungan adaptif dan responsif secara *real time*.

Penting untuk ditegaskan bahwa modul berbasis AI dalam penelitian ini bukan dirancang sebagai pengganti peran guru, melainkan untuk memperkuat fungsi pedagogis guru dalam membimbing peserta didik secara individual.

a. Kelebihan dan Tantangan Penggunaan AI dalam Modul

1) Kelebihan

Menurut (Zawacki-richter et al., 2019), AI dalam pendidikan berpotensi:

a) Mendukung personalisasi pembelajaran,

b) Memberikan umpan balik instan,

c) Meningkatkan keterlibatan belajar.

Pada proses pembelajaran matematika, kelebihan tersebut mampu memudahkan peserta didik dalam memahami konsep abstrak melalui bantuan bertahap.

2) Tantangan

Namun demikian, terdapat beberapa tantangan serius:

a) Risiko ketergantungan peserta didik pada sistem AI.

b) Keterbatasan literasi digital peserta didik dan guru.

c) Potensi penggunaan AI sebagai alat mencari jawaban instan.

(Holmes et al., 2019) menegaskan bahwa tanpa regulasi pedagogis yang jelas, AI dapat memperlemah kemampuan berpikir kritis peserta didik. Berdasarkan pertimbangan tersebut, penggunaan AI dibatasi dan diatur dalam kerangka modul yang terstruktur.

2.4. Learning Assistant Terstruktur

2.4.1 Konsep Learning Assistant dalam Pembelajaran

Perkembangan paradigma pembelajaran yang berorientasi pada *student-centered learning* menuntut adanya bentuk pendampingan belajar yang tidak sekadar menyampaikan informasi, tetapi membimbing proses berpikir peserta didik secara bertahap dan sistematis. Dalam konteks ini, konsep *learning assistant* muncul sebagai pendekatan pedagogis yang menekankan fungsi bantuan belajar sebagai fasilitator konstruksi pengetahuan, bukan sebagai pemberi jawaban.

Secara konseptual, *learning assistant* dapat dipahami sebagai bentuk dukungan belajar yang dirancang untuk membantu peserta didik memahami materi, mengarahkan proses berpikir, serta mendorong refleksi terhadap strategi yang digunakan selama pembelajaran (Luckin et al., 2016). Dalam perspektif konstruktivisme, bantuan belajar yang efektif adalah bantuan yang memungkinkan peserta didik tetap menjadi subjek aktif dalam membangun pengetahuan, bukan sekadar penerima informasi (Mayer, 2021).

Dengan demikian, *learning assistant* bukanlah instrumen yang menggantikan peran guru, melainkan mekanisme pedagogis yang memperluas dukungan belajar, khususnya ketika peserta didik melakukan pembelajaran mandiri. Konsep ini menjadi relevan dalam pembelajaran matematika di SMK, yang menuntut proses berpikir logis, sistematis, dan reflektif.

2.4.2 Learning Assistant dalam Perspektif Teori Scaffolding

Landasan teoretis utama dari *learning assistant* adalah teori *scaffolding*. Teori ini menjelaskan bahwa bantuan belajar yang efektif diberikan secara bertahap sesuai kebutuhan peserta didik dan secara perlahan dikurangi seiring meningkatnya kompetensi peserta didik (Van de pol et al., 2010).

Dalam konteks pembelajaran matematika, *scaffolding* dapat diwujudkan dalam bentuk:

a. pertanyaan pemandu yang mengarahkan penalaran,

b. petunjuk bertahap dalam menyelesaikan masalah,

c. umpan balik formatif yang membantu peserta didik memahami kesalahan,

d. dorongan refleksi terhadap strategi yang digunakan.

Pendekatan tersebut selaras dengan pendapat (Schoenfeld, 2016) yang mengemukakan perlunya pembelajaran matematika memberikan perhatian pada proses berpikir peserta didik, bukan semata-mata pada hasil akhir. Oleh karena itu,

bantuan belajar yang diberikan tidak boleh langsung berupa jawaban, melainkan berupa arahan yang merangsang konstruksi pengetahuan.

Dalam kerangka ini, *learning assistant* berfungsi sebagai bentuk *scaffolding pedagogis* yang menjaga keseimbangan antara pemberian bantuan dan pelatihan kemandirian.

2.4.3. Konsep "Terstruktur" dalam Learning Assistant

Istilah *terstruktur* dalam penelitian ini merujuk pada pengorganisasian bantuan belajar yang dirancang secara sistematis, berurutan, dan konsisten dengan karakteristik materi matematika yang hierarkis dan logis.

Struktur dalam *learning assistant* penting karena:

a. Materi matematika bersifat hierarkis, sehingga pemahaman konsep awal menjadi prasyarat bagi konsep selanjutnya.

b. Proses berpikir matematis menuntut urutan langkah yang sistematis.

c. Peserta didik SMK masih dalam tahap pengembangan regulasi diri, sehingga memerlukan arahan yang jelas.

Panadero (2017) menegaskan bahwa pembelajaran yang mendukung *self-regulated learning* harus menyediakan struktur eksplisit yang membantu peserta didik memahami tahapan belajar yang harus dilakukan. Tanpa struktur yang jelas,

pembelajaran mandiri justru berpotensi menimbulkan kebingungan dan ketergantungan pasif.

Dengan demikian, *learning assistant terstruktur* dalam penelitian ini dirancang melalui tahapan bantuan yang sistematis, meliputi:

a. orientasi tujuan dan konteks masalah,
b. pemberian pertanyaan pemandu,
c. penyediaan petunjuk konseptual,
d. pemberian umpan balik formatif,
e. fasilitasi refleksi diri.

Struktur ini memastikan bahwa bantuan belajar tidak bersifat acak, melainkan selaras dengan alur kognitif dan metakognitif peserta didik.

2.4.4. Learning Assistant Terstruktur Berbasis Artificial Intelligence

Integrasi Artificial Intelligence (AI) memungkinkan konsep *learning assistant* diwujudkan dengan cara yang lebih adaptif serta mampu menyesuaikan dengan kebutuhan individu peserta didik. AI mampu berfungsi sebagai sistem yang menyediakan bantuan belajar sesuai dengan respons dan kesulitan pengguna secara langsung (Holmes et al., 2019).

Namun demikian, dalam penelitian ini AI tidak diposisikan sebagai pengganti guru atau sumber jawaban instan. AI berperan sebagai fasilitator digital yang menjalankan fungsi *learning assistant* secara terstruktur melalui:

a. penyediaan pertanyaan pemandu,

b. pemberian umpan balik formatif,

c. penguatan konsep yang belum dipahami,

d. arahan refleksi terhadap proses penyelesaian masalah.

Proses belajar dalam pendekatan ini mengacu pada konsep *self-regulated learning,* teori tersebut menitikberatkan tiga tahapan utama, yakni perencanaan, pelaksanaan, sekaligus refleksi (Schunk & Greene, 2018; Zimmerman, 2002). Melalui bantuan yang sistematis dan bertahap, peserta didik dilatih untuk memonitor pemahaman, mengevaluasi strategi, dan mengelola proses belajarnya secara mandiri.

Dengan demikian, *learning assistant* terstruktur berbasis AI dalam penelitian ini dipahami sebagai mekanisme pedagogis yang mengintegrasikan prinsip konstruktivisme, *scaffolding*, dan *self-regulated learning* guna menunjang proses pembelajaran matematika secara bermakna serta berfokus pada pengembangan kemandirian belajar peserta didik.

2.5. Kemandirian Belajar

2.5.1. Hakikat Kemandirian Belajar dalam Pendidikan

Salah satu kemampuan penting dalam pendidikan modern adalah kemandirian belajar, yang menempatkan siswa sebagai subjek utama selama kegiatan pembelajaran. Paradigma belajar berpusat pada peserta didik melihat siswa tidak lagi sebagai penerima informasi pasif, tetapi sebagai pribadi yang memiliki tanggung jawab terhadap seluruh proses serta hasil belajarnya. Dengan demikian, kemandirian belajar berarti siswa memiliki kemampuan untuk secara mandiri mengelola, mengarahkan, dan mengevaluasi proses belajarnya sendiri.

Pembelajaran mandiri didasarkan pada konsep *self-regulated learning* (SRL), yang menggambarkan bagaimana seseorang secara aktif mengelola perilaku, proses kognitif, dan motivasi mereka untuk mencapai tujuan pembelajaran (Zimmerman, 2002). Dalam model SRL, proses belajar dipahami sebagai siklus yang meliputi tiga fase utama, yaitu *forethought* (perencanaan), *performance* (pelaksanaan dan monitoring), serta *self-reflection* (refleksi dan evaluasi). Ketiga fase tersebut menunjukkan bahwa kemandirian belajar bukanlah kemampuan yang bersifat spontan, melainkan hasil dari proses regulasi diri yang terlatih dan berkembang secara bertahap.

Menurut (Schunk & Greene, 2018) kemandirian belajar terkait langsung dengan kualitas proses berpikir siswa dan pencapaian akademik mereka. Ini karena siswa

dengan regulasi diri yang baik memiliki kemampuan untuk menetapkan tujuan, memilih strategi belajar yang tepat, dan mengevaluasi efektivitas strategi tersebut.

Pembelajaran mandiri didefinisikan dalam penelitian ini sebagai kapasitas peserta didik dalam sadar serta bertanggung jawab menyusun perencanaan, melaksanakan, mengawasi dan merefleksikan kegiatan pembelajaran selama pembelajaran matematika berbasis modul, dengan bantuan AI sebagai asisten pembelajaran terstruktur.

2.5.2. Kemandirian Belajar dalam Pembelajaran Matematika

Pembelajaran matematika memiliki karakteristik yang menuntut tingkat kemandirian belajar yang tinggi. Sifat materi matematika yang abstrak, hierarkis, dan logis mengharuskan peserta didik untuk membangun pemahaman secara bertahap serta mampu mengaitkan konsep-konsep secara sistematis. Dalam situasi ini, peserta didik yang tidak memiliki regulasi diri yang baik cenderung mengalami kesulitan dalam mengikuti alur pembelajaran dan memahami keterkaitan antar konsep.

(Schoenfeld, 2016) menekankan bahwa keberhasilan proses pembelajaran matematika dipengaruhi tidak hanya oleh kemampuan kognitif, melainkan juga oleh aspek metakognitif, seperti memonitor strategi yang digunakan dan mengevaluasi langkah penyelesaian masalah. Hal tersebut menggambarkan bahwa kemandirian belajar dalam bidang matematika berkaitan erat dengan kemampuan melakukan refleksi dan kontrol diri terhadap proses berpikir.

Peserta didik yang mandiri dalam belajar matematika akan:

a. mencoba memahami konsep sebelum meminta jawaban,

b. mengevaluasi kesalahan yang dilakukan,

c. mencari strategi alternatif ketika mengalami kesulitan,

d. serta menunjukkan ketekunan dalam menyelesaikan masalah.

Sebaliknya, peserta didik dengan tingkat regulasi diri rendah cenderung bergantung pada arahan langsung dan mencari jawaban instan tanpa memahami proses. Atas dasar kondisi tersebut, pengembangan kemampuan belajar mandiri pada pembelajaran matematika menjadi kebutuhan pedagogis yang mendesak.

2.5.3. Indikator Kemandirian Belajar

Untuk mengkaji kemandirian belajar secara operasional, diperlukan indikator yang mencerminkan aspek kognitif, motivasional, dan perilaku. Berdasarkan kerangka *self-regulated learning* (Schunk & Greene, 2018; Zimmerman, 2002), indikator kemandirian belajar dapat dijabarkan sebagai berikut:

a. Perencanaan Belajar

Kemampuan peserta didik dalam menetapkan tujuan belajar, merencanakan strategi, serta menentukan langkah yang akan dilakukan sebelum memulai pembelajaran.

b. Monitoring dan Pengendalian Diri

Kemampuan peserta didik dalam memantau pemahaman selama proses belajar, menyadari kesalahan, serta menyesuaikan strategi ketika menghadapi kesulitan.

c. Refleksi dan Evaluasi

Kemampuan peserta didik dalam mengevaluasi hasil belajar, merefleksikan strategi yang telah digunakan, serta menyimpulkan tingkat pemahaman terhadap materi.

d. Inisiatif dan Tanggung Jawab

Kesediaan peserta didik untuk memulai aktivitas belajar tanpa paksaan eksternal dan bertanggung jawab terhadap proses serta hasil belajar yang dicapai.

Indikator-indikator tersebut menunjukkan bahwa kemandirian belajar merupakan konstruk multidimensional yang mencakup aspek kognitif, metakognitif, dan motivasional secara terpadu.

2.5.4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kemandirian Belajar

Perkembangan kemandirian belajar dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang saling berkaitan, yang mencakup faktor internal peserta didik serta kondisi lingkungan tempat berlangsungnya proses belajar.

a. Faktor Internal

Faktor internal meliputi motivasi intrinsik, kepercayaan diri, minat belajar, serta kemampuan regulasi diri. Motivasi intrinsik memiliki peran penting karena mendorong peserta didik untuk belajar berdasarkan kesadaran dan tujuan pribadi (Schunk & Greene, 2018). Kepercayaan diri atau *self-efficacy* juga berkontribusi terhadap keberanian peserta didik dalam menghadapi tantangan akademik.

b. Faktor Eksternal

Faktor eksternal mencakup lingkungan belajar, strategi pembelajaran, dukungan guru, serta desain bahan ajar. Lingkungan yang memberikan ruang bagi eksplorasi, refleksi, dan pengambilan keputusan akan lebih mendukung perkembangan kemandirian belajar dibandingkan pembelajaran yang sepenuhnya bersifat instruktif dan berpusat pada guru.

Dalam konteks ini, bahan ajar yang terstruktur dan teknologi yang dimanfaatkan secara pedagogis dapat berperan sebagai *scaffolding* yang membantu peserta didik mengembangkan regulasi diri secara bertahap (Van de pol et al., 2010).

2.5.5. Relevansi Kemandirian Belajar dengan Modul Berbasis AI sebagai Learning Assistant Terstruktur

Pengembangan modul pembelajaran berbasis Artificial Intelligence sebagai *learning assistant* terstruktur dalam penelitian ini didasarkan pada asumsi teoretis

bahwa kemandirian belajar tidak berkembang secara otomatis, melainkan perlu dilatih melalui desain pembelajaran yang mendukung proses regulasi diri.

AI yang berfungsi sebagai *learning assistant* terstruktur menyediakan bantuan berupa pertanyaan pemandu, umpan balik formatif, serta dorongan refleksi yang selaras dengan fase-fase dalam *self-regulated learning*. Melalui mekanisme ini, peserta didik tidak hanya dibantu memahami materi, tetapi juga dilatih untuk:

a. merencanakan langkah belajar,

b. memonitor proses penyelesaian masalah,

c. serta merefleksikan hasil dan strategi yang digunakan.

Dengan demikian, modul pembelajaran berbasis AI sebagai *learning assistant* terstruktur memiliki landasan teoretis yang kuat dalam mendukung pengembangan kemandirian belajar peserta didik, khususnya dalam pembelajaran matematika yang menuntut keterampilan berpikir tingkat tinggi.

2.6. Keterkaitan Modul Pembelajaran Berbasis Artificial Intelligence sebagai Learning Assistant Terstruktur dengan Kemandirian Belajar

2.6.1. Landasan Konseptual Hubungan Antar Variabel

Pengembangan modul pembelajaran berbasis Artificial Intelligence sebagai *learning assistant* terstruktur dalam penelitian ini tidak berdiri sebagai inovasi teknologis semata, melainkan sebagai strategi pedagogis yang dirancang untuk

mendukung perkembangan kemandirian belajar peserta didik. Hubungan antara modul berbasis AI dan kemandirian belajar didasarkan pada kerangka teoritis konstruktivisme, teori *scaffolding*, serta teori *self-regulated learning* (Schunk & Greene, 2018; Van de pol et al., 2010; Zimmerman, 2002).

Menurut konstruktivisme, pembelajaran adalah proses aktif di mana siswa berinteraksi dengan materi dan lingkungan belajar mereka untuk memperoleh pengetahuan (Mayer, 2021). Memungkinkan peserta didik memahami materi secara bertahap, modul pembelajaran yang dirancang secara sistematis menyediakan struktur materi dan aktivitas yang memungkinkan peserta didik memperoleh bantuan konseptual dan umpan balik yang responsif. Akibatnya, proses konstruksi pengetahuan menjadi lebih terarah karena modul tersebut diperkaya dengan AI sebagai asisten pembelajaran.

Namun demikian, konstruktivisme saja belum cukup menjelaskan bagaimana peserta didik berkembang menjadi pembelajar mandiri. Untuk itu, teori *self-regulated learning* memberikan penjelasan lebih mendalam mengenai mekanisme internal yang terlibat dalam proses belajar mandiri. regulasi diri dalam belajar terdiri dari tiga tahap utama: perencanaan (forethought), pelaksanaan (performance), dan refleksi diri (self-reflection). Desain modul dapat membantu ketiga tahap ini dengan memberikan arahan belajar, pertanyaan pemandu, dan dorongan untuk refleksi.

Dalam situasi ini, asisten pembelajaran terstruktur berbasis AI yang berfungsi menjadi fasilitator eksternal yang membantu siswa memulai proses

regulasi diri secara bertahap. Peserta didik mendapatkan bantuan berupa *scaffolding* yang mendorong mereka untuk berpikir, memikirkan, dan merenungkan cara menyelesaikan masalah, bukan jawaban instan.

2.6.2. Mekanisme Teoretis Pengaruh Modul Berbasis AI terhadap Kemandirian Belajar

Secara konseptual, hubungan antara modul berbasis AI sebagai *learning assistant* terstruktur dengan kemandirian belajar dapat dijelaskan melalui tiga mekanisme utama:

a. Struktur Pembelajaran sebagai Kerangka Regulasi Diri

Modul yang dirancang secara terstruktur menyediakan tahapan belajar yang jelas, mulai dari orientasi konsep, eksplorasi, latihan, hingga refleksi. Struktur tersebut memudahkan peserta didik mengikuti urutan pembelajaran serta sasaran pembelajaran yang hendak dicapai (Panadero, 2017). Kejelasan struktur tersebut mendukung fase perencanaan dalam *self-regulated learning*, karena peserta didik mengetahui apa yang harus dipelajari dan bagaimana prosesnya.

Tanpa struktur yang jelas, peserta didik cenderung mengalami kebingungan kognitif yang menghambat proses regulasi diri. Oleh karena itu, keberadaan struktur dalam modul menjadi fondasi awal berkembangnya kemandirian belajar.

b. Scaffolding Digital melalui Learning Assistant Berbasis AI

Teori *scaffolding* menjelaskan bahwa bantuan belajar yang efektif diberikan secara bertahap dan disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik (Van de pol et al., 2010). AI sebagai *learning assistant* terstruktur menyediakan scaffolding digital dalam bentuk:

1) pertanyaan pemandu,
2) petunjuk konseptual,
3) umpan balik formatif,
4) serta dorongan refleksi.

Bantuan tersebut membantu peserta didik ketika menghadapi kesulitan, tetapi secara bertahap dikurangi seiring meningkatnya pemahaman peserta didik. Proses ini memungkinkan peserta didik bertransisi dari ketergantungan pada bantuan eksternal menuju kemandirian belajar yang lebih tinggi.

Dengan demikian, AI tidak menciptakan ketergantungan, tetapi justru melatih kemampuan regulasi diri melalui dukungan yang terencana dan adaptif.

c. Penguatan Monitoring dan Refleksi dalam Proses Belajar

Komponen penting dalam *self-regulated learning* ialah kemampuan monitoring dan refleksi diri (Zimmerman, 2002). Modul berbasis AI yang dirancang sebagai *learning assistant* terstruktur mendorong peserta didik untuk:

1) memeriksa kembali langkah penyelesaian,
2) mengidentifikasi kesalahan,
3) mengevaluasi strategi yang digunakan,
4) serta menyimpulkan tingkat pemahaman yang telah dicapai.

Melalui mekanisme ini, peserta didik tidak sekadar fokus terhadap jawaban akhir, melainkan juga memperhatikan proses penalaran yang ditempuh. Pendekatan ini sangat relevan dalam pembelajaran matematika, di mana proses penalaran lebih penting daripada sekadar hasil akhir (Schoenfeld, 2016).

2.6.3. Sintesis Teoretis

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disintesiskan bahwa:

a. Modul pembelajaran menyediakan struktur dan arah belajar.
b. AI sebagai *learning assistant* memberikan scaffolding digital yang adaptif.
c. Struktur dan scaffolding tersebut memfasilitasi fase-fase dalam *self-regulated learning*.
d. Fasilitasi regulasi diri secara konsisten akan mendorong berkembangnya kemandirian belajar peserta didik.

Dengan demikian, secara teoretis terdapat hubungan yang logis dan sistematis antara pengembangan modul pembelajaran berbasis Artificial Intelligence sebagai

learning assistant terstruktur dengan peningkatan kemandirian belajar peserta didik SMK dalam pembelajaran matematika.

Hubungan ini tidak bersifat langsung dan instan, tetapi terjadi melalui mekanisme pedagogis yang melibatkan struktur pembelajaran, pemberian scaffolding, serta penguatan regulasi diri dalam proses belajar.

2.6.4 Implikasi Konseptual terhadap Penelitian

Secara konseptual, penelitian ini berpijak pada asumsi bahwa desain pembelajaran yang memadukan:

a. struktur yang sistematis,

b. dukungan AI yang adaptif,

c. serta pendekatan scaffolding yang terencana,

akan memberikan kontribusi terhadap perkembangan kemandirian belajar peserta didik.

Maka dari alasan tersebut, studi ini tidak hanya diarahkan untuk membuat suatu hasil pembelajaran melalui perancangan modul pembelajaran berbasis AI sebagai asisten pembelajaran terstruktur, tetapi juga untuk menguji bagaimana desain tersebut berkontribusi pada penguatan regulasi diri serta kemampuan belajar mandiri peserta didik pada pembelajaran matematika di SMK.

2.7. Penelitian Relevan

Penelitian relevan dalam kajian ini dikelompokkan ke dalam tiga tema utama, yaitu: (1) pengembangan modul pembelajaran matematika, (2) pemanfaatan Artificial Intelligence dalam pembelajaran, dan (3) kemandirian belajar atau self-regulated learning dalam konteks pembelajaran matematika. Pengelompokan ini dilakukan untuk memperjelas posisi penelitian serta mengidentifikasi celah konseptual dan metodologis yang menjadi dasar pengembangan penelitian ini.

Penelitian mengenai pengembangan modul pembelajaran matematika telah dilakukan oleh (Nikmaturrahma et al., 2023) melalui pengembangan modul berbasis ICARE untuk meningkatkan kemandirian belajar peserta didik SMP. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan memiliki validitas tinggi dan mampu meningkatkan kemandirian belajar peserta didik secara signifikan. Temuan ini memperkuat argumentasi bahwa modul pembelajaran yang dirancang secara sistematis berpotensi mendukung regulasi diri peserta didik. Namun demikian, penelitian tersebut belum mengintegrasikan teknologi Artificial Intelligence sebagai bagian dari desain pedagogis modul, sehingga dukungan belajar yang diberikan masih bersifat statis dan tidak adaptif terhadap kebutuhan individual peserta didik.

Penelitian mengenai pengembangan pembelajaran matematika juga dilakukan oleh (Maryanti et al., 2021) melalui pengembangan pembelajaran matematika berbasis pendekatan Mengalami, Interaksi, Komunikasi, dan Refleksi (MIKIR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran yang dirancang secara sistematis

melalui tahapan MIKIR mampu menciptakan proses pembelajaran yang lebih aktif serta meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam membangun pemahaman konsep matematika. Persamaan penelitian tersebut dengan penelitian ini terletak pada upaya mengembangkan pembelajaran matematika yang berpusat pada peserta didik melalui penyusunan perangkat pembelajaran yang sistematis. Perbedaannya, penelitian Maryanti et al. berfokus pada penerapan pendekatan MIKIR sebagai strategi pembelajaran, sedangkan penelitian ini mengembangkan modul pembelajaran matematika berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant Terstruktur* yang mengintegrasikan AI ke dalam aktivitas belajar melalui prinsip *scaffolding* dan *self-regulated learning*. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan inovasi berupa pemanfaatan AI sebagai pendamping belajar yang terstruktur di dalam modul pembelajaran.

Pada ranah pemanfaatan Artificial Intelligence dalam pendidikan, (Suryana & Hamsar, 2025) menemukan bahwa aplikasi pembelajaran berbasis AI berpengaruh terhadap peningkatan self-regulated learning dan performa akademik peserta didik dibandingkan pembelajaran konvensional. Sejalan dengan itu, (Cho & Kim, 2025) mengidentifikasi bahwa platform pembelajaran matematika berbasis AI mampu menyediakan pengalaman belajar yang lebih personal melalui adaptasi konten, kecepatan belajar, dan umpan balik. Kedua penelitian tersebut menegaskan potensi AI dalam mendukung pembelajaran adaptif dan personalisasi belajar. Namun, fokus penelitian masih terbatas pada penggunaan aplikasi atau platform yang telah tersedia,

bukan pada pengembangan modul pembelajaran yang secara eksplisit dirancang dengan kerangka pedagogis tertentu, seperti scaffolding dan self-regulated learning.

Sementara itu, penelitian mengenai self-regulated learning dalam pembelajaran matematika menunjukkan bahwa regulasi diri merupakan faktor penting dalam keberhasilan akademik peserta didik. (Nurvicalesti & Ratnasari, 2023)(Nurvicalesti & Ratnasari, 2023) menunjukkan bahwa strategi self-regulated learning berkorelasi dengan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal literasi numerasi. Penelitian ini memperkuat landasan teoritis bahwa kemandirian belajar merupakan variabel yang relevan dalam pembelajaran matematika. Namun demikian, penelitian tersebut bersifat deskriptif dan belum melibatkan intervensi pembelajaran berbasis teknologi yang secara sistematis dirancang untuk mengembangkan regulasi diri peserta didik.

Dalam konteks scaffolding, (Sholichah & Rahayuningsih, 2025) menemukan bahwa pemberian bantuan belajar secara bertahap mampu meningkatkan keterlibatan dan kualitas proses berpikir peserta didik dalam pembelajaran matematika. Temuan ini menguatkan pentingnya struktur bantuan belajar dalam mendukung perkembangan kognitif dan metakognitif peserta didik. Akan tetapi, scaffolding yang diterapkan masih berbasis interaksi langsung antara guru dan peserta didik di kelas, tanpa integrasi teknologi sebagai sistem pendukung yang memungkinkan pendampingan belajar berlangsung secara berkelanjutan.

Berdasarkan kajian terhadap penelitian-penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian sebelumnya telah mengkaji pengembangan pembelajaran matematika, pengembangan modul, pemanfaatan AI, *self-regulated learning*, maupun *scaffolding* secara terpisah. Penelitian (Maryanti et al., 2021) menunjukkan pentingnya perancangan pembelajaran matematika yang sistematis dan berpusat pada peserta didik, namun belum mengintegrasikan AI sebagai bagian dari desain pembelajaran. Sementara itu, penelitian mengenai AI lebih banyak memanfaatkan aplikasi atau platform yang telah tersedia tanpa mengembangkan bahan ajar yang mengintegrasikan AI secara terstruktur. Oleh karena itu, belum ditemukan penelitian yang secara integratif mengembangkan modul pembelajaran matematika berbasis AI yang diposisikan sebagai *Learning Assistant Terstruktur* dengan prinsip *scaffolding* dan *self-regulated learning* sebagai landasan teoretis utama.

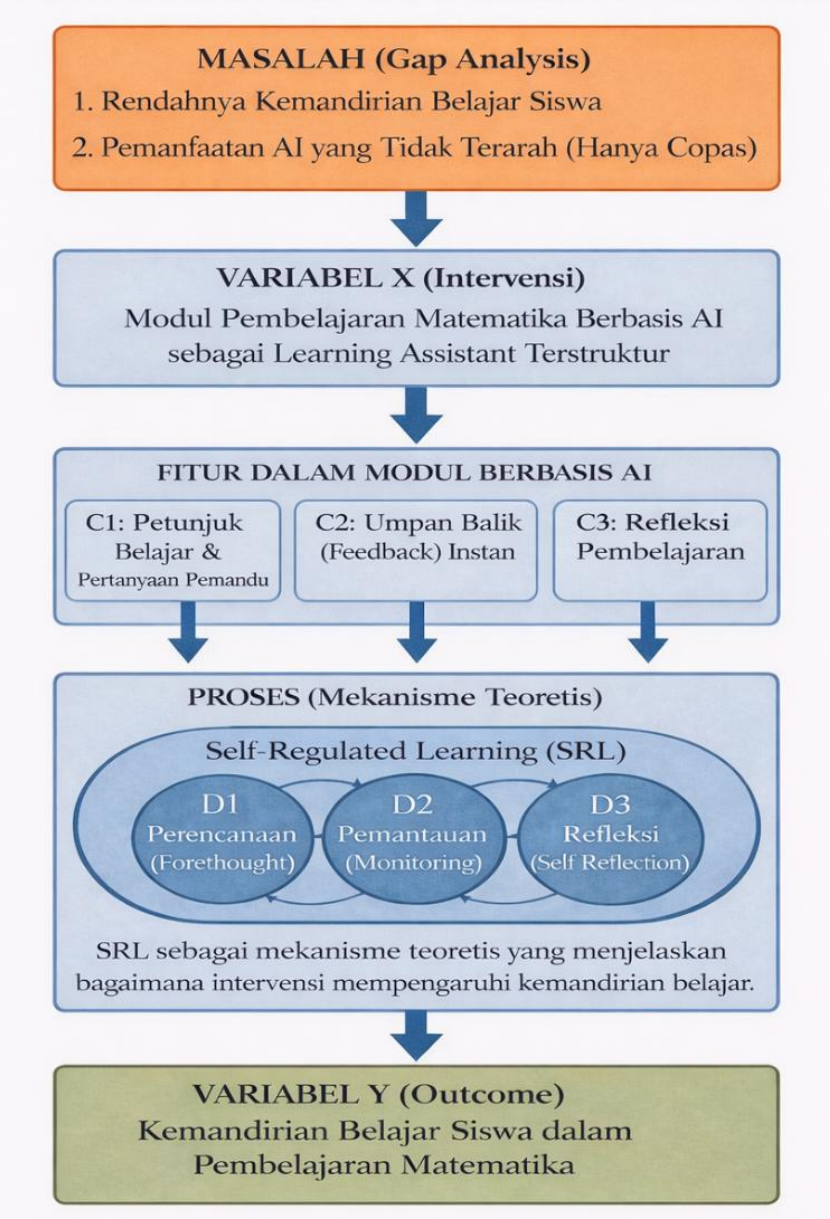
Dengan demikian, kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada integrasi tiga aspek utama secara simultan, yaitu: (1) pengembangan modul pembelajaran matematika sebagai bahan ajar terstruktur, (2) pemanfaatan Artificial Intelligence sebagai learning assistant terstruktur yang memberikan bantuan adaptif dan bertahap, serta (3) penempatan self-regulated learning sebagai mekanisme teoretis yang menjelaskan bagaimana intervensi tersebut berkontribusi terhadap terbentuknya kemandirian belajar peserta didik. Integrasi tersebut diharapkan tidak hanya menghasilkan produk pembelajaran yang layak, tetapi juga memberikan kontribusi

konseptual terhadap desain pembelajaran berbasis AI yang selaras dengan prinsip pedagogis.

2.8. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual penelitian ini disusun untuk menggambarkan alur pemikiran peneliti dalam menghubungkan permasalahan pembelajaran matematika, solusi yang ditawarkan melalui pengembangan modul berbasis Artificial Intelligence, mekanisme pembelajaran yang terjadi, hingga target akhir yang ingin dicapai, yaitu terbentuknya kemandirian belajar peserta didik.

Permasalahan utama (gap analysis) dalam penelitian ini adalah rendahnya kemandirian belajar peserta didik dalam pembelajaran matematika serta pemanfaatan Artificial Intelligence yang belum terarah secara pedagogis. Berdasarkan hasil observasi dan kajian teoritis, penggunaan AI oleh peserta didik cenderung hanya difokuskan pada memperoleh jawaban instan atau menyalin hasil penyelesaian (copas), tanpa melalui proses berpikir, pemantauan, dan refleksi belajar. Kondisi ini menunjukkan bahwa keberadaan AI belum dimanfaatkan sebagai sarana pendukung proses belajar mandiri, melainkan justru berpotensi memperkuat ketergantungan peserta didik.



Gambar 2. 1 Konsep Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Studi ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Pendekatan R&D merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk menciptakan suatu produk serta menilai kesesuaian dan efisiensinya dalam konteks edukasi. Dalam rangka penelitian ini, sebuah modul pembelajaran matematika yang menggunakan kecerdasan buatan (AI) telah dikembangkan, yang berfungsi sebagai asisten pembelajaran terstruktur untuk mendukung peserta didik dalam melaksanakan pembelajaran secara mandiri.

Pada studi ini, digunakan pendekatan ADDIE yang terdiri atas lima tahapan, yaitu analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Pendekatan ADDIE dipilih karena setiap tahapannya berstruktur, logis, dan fleksibel, sehingga cocok diterapkan pada proses pengembangan materi ajar yang memanfaatkan teknologi, khususnya modul ajar yang mengintegrasikan AI sebagai pendukung.

Penelitian ini dilaksanakan hingga tahap implementasi dan evaluasi untuk mengetahui kelayakan dan keefektifan modul pembelajaran yang dikembangkan. Pada tahap implementasi, modul pembelajaran matematika berbasis kecerdasan buatan diterapkan dalam kegiatan pembelajaran untuk mengukur respons dan keterlibatan siswa. Selanjutnya pada tahap evaluasi kualitas produk dinilai

berdasarkan hasil validasi ahli dan dampak penggunaan modul terhadap kemandirian belajar.

Uji keefektifan modul pembelajaran dalam studi ini dilakukan melalui analisis deskriptif terhadap hasil penilaian dari para ahli, tanggapan peserta didik, dan gambaran kemandirian belajar peserta didik setelah memanfaatkan modul ajar matematika yang berbasis AI. Analisis tersebut bertujuan mengevaluasi kualitas modul yang telah dikembangkan berdasarkan aspek validitas dan kelayakan, kemudahan penggunaan, serta dampak afektif penggunaan modul dalam pembelajaran matematika di tingkat SMK.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

a. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMK Tritech Informatika Medan yang berlokasi di Jl. Bhayangkara No. 484, Kelurahan Indra Kasih, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan, Sumatera Utara 20221.

b. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap di SMK Tritech Informatika Medan Tahun ajaran 2025/2026.

3.3 Subjek dan Objek Penelitian

a. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas XI RPL 3 dan XI DKV EXC 1 di SMK Tritech Informatika Medan Tahun Ajaran 2025/2026.

b. Objek Penelitian

Objek penelitian ini meliputi modul pembelajaran matematika berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *learning assistant* terstruktur pada materi fungsi kuadrat serta kemandirian belajar peserta didik kelas XI RPL 3 dan XI DKV EXC 1 di SMK Tritech Informatika Medan yang muncul setelah penggunaan modul tersebut.

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini menerapkan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima langkah, yaitu Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Pemilihan model ADDIE dilakukan karena metode ini menawarkan prosedur yang terorganisir, mudah disesuaikan, dan sistematis dalam mengembangkan bahan ajar, serta memungkinkan dilakukannya evaluasi terhadap kualitas dan penggunaan modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *learning assistant* terstruktur dalam mendukung kemandirian belajar peserta didik. Tahapan penelitian dijelaskan sebagai berikut.

a. Tahap Analysis (Analisis)

Tahap analisis dilakukan guna memperoleh gambaran tentang kebutuhan pembelajaran matematika beserta kendala yang dialami peserta didik dalam kegiatan

belajar. Pada tahap ini dilakukan kajian terhadap karakteristik peserta didik kelas XI RPL 3 dan XI DKV EXC 1, pola belajar peserta didik, serta tingkat kemampuan belajar mandiri peserta didik pada mata pelajaran matematika, khususnya pada materi fungsi kuadrat.

Selain itu, analisis dilakukan terhadap pemanfaatan AI oleh peserta didik pada mata pelajaran matematika yang cenderung belum terarah dan lebih banyak digunakan untuk memperoleh jawaban instan. Analisis kurikulum juga dilakukan dengan menelaah tujuan belajar serta kompetensi yang perlu dikuasai peserta didik pada materi fungsi kuadrat. Hasil analisis menunjukkan perlunya pengembangan modul agar mampu membimbing peserta didik memanfaatkan AI secara tepat untuk mendukung proses berpikir matematis dan memberikan dukungan terhadap kemandirian belajar dalam mata pelajaran matematika.

b. Tahap Design (Perancangan)

Pada tahap perancangan dilakukan penyusunan desain awal modul ajar matematika sebagai produk yang akan dikembangkan. Selanjutnya, pada tahap tersebut disusun sistematika modul pembelajaran yang meliputi bagian pendahuluan, kegiatan pembelajaran, penyajian materi, serta evaluasi. Bagian pendahuluan memuat tujuan pembelajaran, aturan penggunaan AI, serta larangan penggunaan AI sebagai sarana untuk memperoleh jawaban soal secara langsung.

Kegiatan pembelajaran dirancang untuk memfasilitasi proses *self-regulated learning* yang mencakup tahap perencanaan belajar, pemantauan (monitoring), dan refleksi pembelajaran. Selanjutnya, modul menyajikan materi dan soal pada topik fungsi kuadrat yang disusun secara bertahap dan kontekstual. Pada bagian akhir, disertakan evaluasi kemandirian belajar peserta didik untuk mengukur capaian tujuan pembelajaran yang telah dirancang.

Perancangan juga difokuskan pada integrasi AI sebagai *learning assistant* terstruktur dalam setiap tahapan belajar, sehingga AI berperan sebagai alat bantu berpikir peserta didik melalui panduan pertanyaan, eksplorasi konsep, serta monitoring proses belajar. Selain itu, dirancang pula tampilan modul menggunakan aplikasi Canva sebagai media visual agar modul lebih mudah dipahami sekaligus menarik bagi peserta didik. Perangkat penelitian yang terdiri atas lembar validasi ahli dan angket kemandirian belajar peserta didik juga disusun pada tahap ini.

c. Tahap Development (Pengembangan)

Modul pembelajaran dikembangkan menggunakan aplikasi Canva dengan memuat materi fungsi kuadrat, visual pendukung, contoh dan latihan soal, serta panduan pemanfaatan AI sebagai *learning assistant* terstruktur. Modul ini juga dilengkapi dengan video pembelajaran yang terintegrasi langsung di dalam modul dan dapat diakses dengan menekan ikon atau tampilan video, sehingga peserta didik dapat mempelajari materi secara mandiri sesuai dengan alur pembelajaran yang dirancang dalam modul.

Setelah modul selesai dikembangkan, dilakukan penilaian kelayakan melalui validasi oleh ahli materi serta ahli media. Berbagai masukan dari validator dimanfaatkan untuk melakukan penyempurnaan dan penyesuaian modul dengan standar pembelajaran serta karakteristik peserta didik. Proses revisi berlangsung sampai modul memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan pada kegiatan pembelajaran.

d. Tahap Implementation (Implementasi)

Pada tahap implementasi modul diterapkan kepada peserta didik XI RPL 3 dan XI DKV EXC 1 pada pokok bahasan fungsi kuadrat. Modul digunakan sebagai media pembelajaran pendukung dalam kegiatan pembelajaran matematika, baik secara mandiri maupun dengan pendampingan guru. Pada tahap ini, peserta didik diarahkan untuk memanfaatkan AI sesuai dengan petunjuk yang terdapat dalam modul, sehingga AI berfungsi sebagai *learning assistant* yang membantu proses berpikir peserta didik, bukan sebagai sumber jawaban instan.

Data yang dikumpulkan pada tahap implementasi meliputi respons peserta didik terhadap penggunaan modul serta tingkat kemampuan belajar mandiri peserta didik sesudah mengikuti kegiatan belajar dengan memanfaatkan modul pembelajaran matematika berbasis AI. Data tersebut dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan kualitas penggunaan modul dalam pembelajaran.

e. Tahap Evaluation (Evaluasi)

Tahap evaluasi bertujuan mengevaluasi mutu modul pembelajaran hasil pengembangan. Evaluasi dilakukan secara berkesinambungan selama proses pengembangan melalui proses validasi oleh para ahli disertai revisi produk sesuai masukan yang diperoleh.

Selain itu, evaluasi penggunaan modul dilakukan dengan menganalisis data respons peserta didik dan tingkat kemampuan belajar mandiri peserta didik setelah menggunakan modul ajar matematika berbasis AI sebagai *learning assistant* terstruktur. Data dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan kualitas penggunaan modul dalam pembelajaran serta dukungannya terhadap pengembangan kemampuan belajar mandiri peserta didik. Hasil evaluasi tersebut dimanfaatkan sebagai dasar penyempurnaan produk akhir.

3.5 Instrumen Penilaian

Instrumen penelitian merupakan perangkat yang digunakan untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan dalam sebuah studi secara sistematis. (Rachman et al., 2024) menyatakan bahwa instrumen penelitian berperan untuk mengukur, mengumpulkan, dan memvalidasi informasi yang berkaitan dengan variabel dalam suatu kajian ilmiah. Pada kajian ini, pengumpulan informasi dilakukan dengan memanfaatkan kuesioner sebagai instrumen penelitian untuk mendapatkan data terkait kelayakan modul serta respons peserta didik mengenai pembelajaran.

Instrumen penelitian pada kajian ini dirancang untuk mengumpulkan data terkait kelayakan modul ajar matematika berbasis AI sebagai *learning assistant* terstruktur, tingkat kemampuan belajar mandiri peserta didik, serta respons peserta didik mengenai penggunaan modul. Kuesioner disusun berdasarkan prinsip penilaian media dan bahan ajar pembelajaran, serta indikator regulasi diri dalam belajar (*self-regulated learning*) yang relevan dengan tujuan penelitian.

Setiap pernyataan dalam angket menggunakan skala Likert lima tingkat, yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Ragu-ragu (R), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Skor untuk masing-masing kategori disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Skala Likert Instrumen Penelitian

Kategori	Skor
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Ragu-ragu (R)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

a. Angket Penilaian Ahli Materi

Angket evaluasi ahli materi digunakan untuk mengukur kualitas konten modul pembelajaran matematika berbasis AI pada materi fungsi kuadrat. Angket tersebut disusun guna mengetahui apakah modul hasil pengembangan telah memenuhi kompetensi pembelajaran SMK, kebenaran konsep matematika, serta kesesuaian

materi dan penyajiannya dalam memfasilitasi proses berpikir matematis dan pengembangan kemampuan belajar mandiri peserta didik.

Angket ahli materi terdiri dari 15 butir pernyataan yang dikelompokkan ke dalam beberapa aspek penilaian sebagaimana disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Kisi-Kisi Angket Penilaian Ahli Materi

Aspek yang Dinilai	**Indikator**	**No. Butir**	**Jumlah**
Kualitas Isi dan Tujuan	Kesesuaian materi fungsi kuadrat dengan kompetensi dan tujuan pembelajaran SMK	1	1
	Ketepatan konsep fungsi kuadrat	2	1
	Kebenaran rumus dan representasi matematika	3	1
	Materi disajikan secara sistematis dan runtut	4	1
	Kedalaman materi sesuai karakteristik peserta didik SMK	5	1
Kualitas Penyajian	Contoh soal mendukung pemahaman konsep fungsi kuadrat	6	1
	Latihan soal mendorong peserta didik berpikir mandiri	7	1
	Materi mendorong proses penalaran matematis	8	1
	Modul mendukung pembelajaran mandiri peserta didik	9	1
Kualitas Bahasa	Bahasa sesuai kaidah Bahasa Indonesia	10	1
	Kalimat jelas dan mudah dipahami peserta didik	11	1
	Istilah matematika digunakan secara tepat	12	1
Kesesuaian AI sebagai	AI berperan sebagai alat bantu berpikir, bukan pemberi jawaban instan	13	1

Learning Assistant	Panduan penggunaan AI membantu eksplorasi konsep	14	1
	Modul mendukung refleksi belajar dengan bantuan AI	15	1

b. Angket Penilaian Ahli Media

Angket penilaian ahli media digunakan untuk menilai kelayakan aspek tampilan, teknis, dan penggunaan modul pembelajaran matematika berbasis AI. Penilaian difokuskan pada kualitas desain visual, keterbacaan, sistematika dan navigasi modul, kemudahan penggunaan, serta kesesuaian desain modul sebagai media pembelajaran berbasis AI yang mendukung proses belajar peserta didik.

Angket ahli media terdiri dari 20 butir pernyataan yang disajikan dalam kisi-kisi pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Kisi-Kisi Angket Penilaian Ahli Media

Aspek yang Dinilai	Indikator	No. Butir	Jumlah
Kualitas Tampilan	Tampilan modul menarik dan sesuai karakteristik peserta didik SMK	1	1
	Pemilihan warna, font, dan layout proporsional	2	1
	Ilustrasi dan visual mendukung pemahaman konsep	3	1
	Konsistensi tampilan halaman	4	1
Kualitas Teknis	Modul mudah diakses melalui perangkat peserta didik	5	1

	Navigasi modul berjalan dengan baik	6	1
	Struktur modul mudah dipahami	7	1
	Modul dapat digunakan secara mandiri	8	1
	Akses video pembelajaran yang terdapat di dalam modul berjalan baik	9	1
Interaktivitas	Modul mendorong keterlibatan aktif peserta didik	10	1
	Video pembelajaran membantu pemahaman materi	11	1
	Modul memfasilitasi interaksi peserta didik dengan AI	12	1
Kesesuaian Media dengan Pembelajaran	Media mendukung pembelajaran matematika SMK	13	1
	Modul mendukung kemandirian belajar peserta didik	14	1
Kelayakan Umum	Modul layak digunakan sebagai bahan ajar	15	1
	Modul sesuai untuk materi fungsi kuadrat	16	1
	Modul mendukung penggunaan AI secara terarah	17	1
	Modul mudah diterapkan oleh guru	18	1
	Modul relevan dengan pembelajaran abad 21	19	1
	Modul layak diuji cobakan di sekolah	20	1

c. Angket Kemandirian Belajar Peserta didik

Angket kemandirian belajar peserta didik digunakan untuk mengukur tingkat kemandirian belajar matematika peserta didik SMK setelah menggunakan modul pembelajaran matematika berbasis AI. Kemandirian belajar dalam penelitian ini

mencakup kemampuan merencanakan, mengelola, memonitor, dan mengevaluasi proses belajar matematika secara mandiri.

Angket disusun dalam bentuk skala Likert dan diberikan kepada peserta didik satu kali setelah proses pembelajaran menggunakan modul selesai dilaksanakan. Kisi-kisi angket kemandirian belajar peserta didik disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Kisi-Kisi Angket Kemandirian Belajar Peserta didik

Aspek	Indikator	No. Butir	Jumlah
Perencanaan Belajar	Menentukan tujuan belajar matematika	1	1
	Menyiapkan strategi belajar sebelum pembelajaran	2	1
Pengelolaan Belajar	Mengatur waktu belajar secara mandiri	3	1
	Memilih cara belajar yang sesuai	4	1
Monitoring	Memantau pemahaman saat belajar	5	1
	Menyadari kesulitan yang dialami	6	1
Evaluasi Diri	Mengevaluasi hasil belajar matematika	7	1
	Memperbaiki cara belajar berdasarkan hasil evaluasi	8	1
Pemanfaatan AI	Menggunakan AI untuk memahami konsep	9	1
	Menggunakan AI sebagai panduan berpikir	10	1

d. Angket Respons Peserta didik terhadap Modul

Kuesioner tanggapan peserta didik disusun untuk memperoleh informasi mengenai pandangan peserta didik terhadap penggunaan modul ajar pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence sebagai *learning assistant* terstruktur pada materi fungsi kuadrat. Kuesioner tersebut disusun guna mengukur kepraktisan, keterpahaman dan kemudahan dalam pemanfaatan, serta persepsi peserta didik terhadap peran AI dalam mendukung proses belajar matematika, sehingga berfungsi sebagai data pendukung dalam menilai kualitas modul yang dikembangkan.

Tabel 3. 5 Kisi-Kisi Angket Respons Peserta didik terhadap Modul

Aspek yang Dinilai	Indikator	No. Butir	Jumlah
Kemudahan Penggunaan Modul	Modul mudah diakses dan digunakan	1	1
	Petunjuk penggunaan modul jelas	2	1
	Modul dapat digunakan secara mandiri	3	1
Kejelasan Penyajian Materi	Materi fungsi kuadrat disajikan dengan jelas	4	1
	Contoh dan latihan soal mudah dipahami	5	1
	Penyajian materi membantu pemahaman konsep	6	1
Tampilan dan Media Pendukung	Tampilan modul menarik dan tidak membosankan	7	1
	Video pembelajaran membantu memahami materi	8	1
	Akses video yang terdapat di dalam modul mudah digunakan	9	1
Peran AI	AI membantu memahami konsep fungsi	10	1

sebagai Learning Assistant	kuadrat		
	AI membantu langkah berpikir tanpa memberi jawaban langsung	11	1
	Panduan penggunaan AI mudah dipahami	12	1
Manfaat Modul dalam Pembelajaran	Modul membuat pembelajaran lebih menarik	13	1
	Modul membantu belajar lebih mandiri	14	1
	Modul membantu memahami materi lebih mendalam	15	1
Respons Umum Peserta didik	Modul layak digunakan dalam pembelajaran matematika	16	1
	Saya tertarik belajar menggunakan modul ini	17	1
	Modul membantu pembelajaran matematika di kelas	18	1

3.6 Teknik Pengumulan Data

Tiga teknik pengumpulan informasi pada kajian ini meliputi validasi ahli, kuesioner mengenai kemampuan belajar mandiri peserta didik, serta kuesioner tanggapan peserta didik terhadap modul pembelajaran. Tujuan dari masing-masing metode ini adalah untuk mengumpulkan data tentang kelayakan produk yang dikembangkan serta tingkat kemampuan belajar mandiri peserta didik setelah memanfaatkan modul.

a. Validasi Ahli

Proses penilaian ahli dilakukan untuk memperoleh data mengenai tingkat kesesuaian modul ajar matematika berbasis AI sebagai *learning assistant* terstruktur

yang dikembangkan. Validasi dilakukan oleh seorang pakar materi pembelajaran matematika serta seorang pakar media pembelajaran matematika pada tahap sebelum modul diterapkan kepada peserta didik.

Validator materi bertugas menilai keterkaitan konten materi fungsi kuadrat terhadap kompetensi ajar SMK, kebenaran konsep dan representasi matematis, kedalaman materi, serta keterpaduan penyajian materi dalam modul. Validator media memiliki tugas mengevaluasi komponen desain visual, keterbacaan, sistematika dan navigasi modul, kualitas desain, serta kesesuaian modul sebagai media pembelajaran berbasis AI yang mendukung proses belajar mandiri peserta didik.

Proses pengumpulan data dilaksanakan melalui pemberian modul pembelajaran beserta lembar validasi kepada para validator untuk dinilai dan diberikan masukan secara tertulis. Hasil masukan serta rekomendasi dari para ahli dimanfaatkan sebagai acuan dalam melakukan perbaikan dan penyempurnaan modul hingga dinyatakan layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran.

b. Angket Kemandirian Belajar Peserta didik

Kuesioner kemampuan belajar mandiri yang dibangun berdasarkan indikator kemandirian belajar digunakan untuk mengumpulkan informasi mengenai gambaran kemampuan belajar mandiri peserta didik setelah memanfaatkan modul ajar matematika berbasis AI. Indikator kemandirian belajar termasuk kemampuan untuk

merencanakan, mengelola, memonitor, dan mengevaluasi proses belajar matematika secara mandiri.

Setelah modul pembelajaran berbasis AI selesai digunakan, kuesioner disampaikan kepada peserta didik. Informasi yang dikumpulkan selanjutnya diolah secara deskriptif untuk menunjukkan tingkat kemampuan belajar mandiri peserta didik serta kecenderungan setiap indikator kemandirian belajar yang muncul setelah modul digunakan.

c. Angket Respons Peserta didik terhadap Modul

Kuesioner respons peserta didik dimanfaatkan sebagai data pendukung untuk memperoleh gambaran mengenai pandangan peserta didik terhadap penggunaan modul pembelajaran matematika berbasis AI. Angket ini bertujuan mengumpulkan data terkait kepraktisan modul, keterpakaian modul dan kejelasan arahan penggunaan, ketertarikan peserta didik, serta persepsi peserta didik terhadap peran AI sebagai *learning assistant* terstruktur dalam pembelajaran matematika.

Kuesioner disampaikan kepada peserta didik sesudah mereka menyelesaikan kegiatan belajar dengan memanfaatkan modul yang dikembangkan. Informasi yang diperoleh dari angket respons peserta didik digunakan untuk memperkuat hasil penelitian terkait kelayakan dan penerimaan modul dari sudut pandang pengguna.

3.7 Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul pada tahapan pengembangan dan pengujian modul pembelajaran matematika berbasis AI yang dirancang sebagai asisten pembelajaran terstruktur diolah dan diinterpretasikan melalui pendekatan deskriptif kuantitatif pada kajian ini. Analisis deskriptif dilakukan untuk menentukan tingkat kualitas modul berdasarkan penilaian para validator, tingkat kemampuan belajar mandiri peserta didik setelah penggunaan modul, serta respons peserta didik mengenai penggunaan modul yang dikembangkan.

Menurut (Creswell & Creswell, 2017), analisis deskriptif bertujuan untuk menyajikan data secara sistematis melalui perhitungan skor, persentase, dan rata-rata sehingga karakteristik data dapat dipahami dengan jelas. Data dalam penelitian ini berupa data kuantitatif yang diperoleh dari hasil penilaian validator, angket kemandirian belajar peserta didik, dan angket respons peserta didik terhadap modul.

a. Analisis Data Validasi Ahli

Analisis data validasi ahli materi dan ahli media dilakukan untuk mengetahui seberapa layak modul pembelajaran tersebut. Setelah skala Likert 5 tingkat digunakan untuk menilai validator, skor total diubah menjadi persentase dengan menggunakan rumus berikut:

$$P = \frac{\sum x}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase skor kelayakan

∑x = Jumlah skor yang diperoleh

N = Skor maksimum

Hasil persentase kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori kelayakan berikut.

Tabel 3. 6 Kategori Tingkat Kelayakan Modul

Persentase	Kategori
0% – 20%	Sangat Tidak Layak
21% – 40%	Tidak Layak
41% – 60%	Cukup Layak
61% – 80%	Layak
81% – 100%	Sangat Layak

b. Analisis Data Respons Peserta didik

Data yang berhubungan dengan tanggapan peserta didik terhadap bahan ajar pembelajaran dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Kuesioner respons peserta didik yang diberikan setelah pemanfaatan modul ajar memberikan skor untuk digunakan dalam analisis. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase skor yaitu sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase skor respons peserta didik

∑x = Jumlah skor yang diperoleh

N = Skor maksimum

Hasil persentase skor kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori tingkat respons peserta didik sebagai berikut.

Tabel 3. 7 Kategori Respons Peserta didik terhadap Modul

Persentase	Kategori
0% – 20%	Sangat Tidak Baik
21% – 40%	Tidak Baik
41% – 60%	Cukup
61% – 80%	Baik
81% – 100%	Sangat Baik

c. Analisis Kemandirian Belajar Peserta didik

Data kemandirian belajar peserta didik dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif dengan menghitung persentase skor angket. Persentase skor dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase skor kemandirian belajar

$\sum x$ = Jumlah skor yang diperoleh

N = Skor maksimum

Hasil persentase dimanfaatkan untuk menunjukkan gambaran tingkat kemampuan belajar mandiri peserta didik sesudah memanfaatkan modul ajar matematika berbasis AI, serta dikelompokkan berdasarkan kategori mulai dari sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, hingga sangat tinggi.

Tabel 3. 8 Kategori Tingkat Kemandirian Belajar Peserta didik

Persentase	Kategori
0% – 20%	Sangat Rendah
21% – 40%	Rendah
41% – 60%	Sedang
61% – 80%	Tinggi
81% – 100%	Sangat Tinggi

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

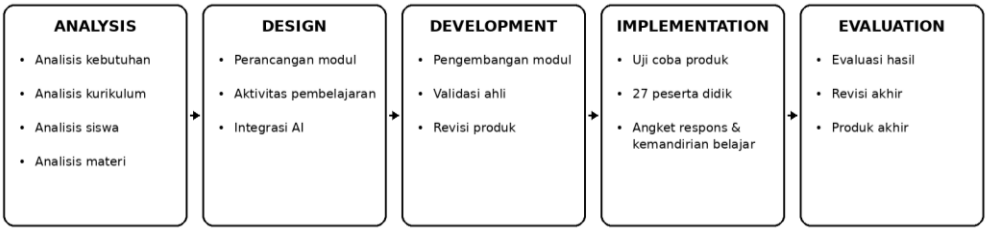
Tujuan dari penelitian dan pengembangan (R&D) ini bermaksud untuk mengembangkan sebuah media edukasi yang merupakan modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *learning assistant* terstruktur guna mendongkrak regulasi diri dalam belajar peserta didik SMK terkait topik fungsi kuadrat. Produk yang dikembangkan dimaksudkan untuk digunakan sebagai bahan ajar yang tidak hanya menyajikan materi pembelajaran, tetapi juga mengintegrasikan pemanfaatan AI sebagai pendamping belajar yang memberikan bantuan secara bertahap (scaffolding) melalui pertanyaan pemandu, petunjuk konseptual, umpan balik, dan refleksi belajar. Dengan kata lain, AI dalam penelitian ini dilarang berperan menyediakan solusi secara langsung melainkan, berfungsi sebagai wadah penunjang bagi peserta didik dalam membentuk proses berpikir sekaligus memicu keterampilan belajar secara mandiri.

Pada penelitian ini, pendekatan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation,* dan *Evaluation*) diterapkan sebagai acuan dalam proses penyusunan produk. Model ini ditetapkan sebab memiliki urutan langkah yang terstruktur, logis, serta adaptif, sehingga tepat digunakan untuk merancang bahan ajar yang memanfaatkan teknologi. Setiap tahapan pada pendekatan ini saling berhubungan dan

berfungsi sebagai dasar bagi tahapan berikutnya, sehingga produk akhir tidak hanya memenuhi kriteria isi dan media, tetapi juga mampu mengakomodasi kebutuhan pengguna dan mendukung pencapaian sasaran pembelajaran.

Tahapan analisis difokuskan untuk mengetahui kebutuhan dalam proses pembelajaran, karakteristik peserta didik, beserta berbagai kendala yang dihadapi dalam pembelajaran matematika. Sementara itu tahap perancangan digunakan untuk menyusun desain awal modul, sedangkan tahap pengembangan diarahkan untuk menyusun produk yang kemudian divalidasi oleh ahli media dan ahli materi. Sebelum diterapkan, produk terlebih dahulu dinyatakan memenuhi kriteria, produk diimplementasikan pada peserta didik untuk memperoleh data mengenai respons pengguna dan gambaran kemandirian belajar. Tahap terakhir berupa evaluasi dilakukan sebagai dasar penyempurnaan melalui pemanfaatan hasil validasi, hasil uji coba, serta masukan dari berbagai pihak. Prosedur pengembangan tersebut telah dirancang pada Bab III dan menjadi acuan dalam pelaksanaan penelitian.

Prosedur Penelitian dan Pengembangan Model ADDIE



Gambar 3. 1 Prosedur Penelitan dan Pengembangan ADDIE

Hasil penelitian yang disajikan pada bab ini mencakup keseluruhan temuan dari rangkaian kegiatan penyusunan produk yang sudah dilaksanakan. Penyajian hasil penelitian dilakukan secara sistematis sesuai dengan tahapan model ADDIE agar proses pengembangan modul dapat dipahami secara jelas dan runtut. Selain mendeskripsikan proses pengembangan produk, pada bab ini juga dipaparkan berbagai data yang didapat selama penelitian, termasuk informasi yang bersifat kualitatif dan kuantitatif. Informasi kualitatif didapat melalui kegiatan observasi, komentar, masukan yang diberikan oleh validator maupun pengguna modul. Adapun data kuantitatif diperoleh melalui penilaian ahli materi, ahli media, respons peserta didik yang diperoleh dari angket, serta angket kemandirian peserta didik yang diolah melalui analisis deskriptif sesuai berdasarkan prosedur penelitian yang sudah dirancang.

Penelitian ini berfokus pada penyusunan modul matematika mengenai materi fungsi kuadrat yang dirancang sesuai kebutuhan belajar peserta didik SMK. Modul dirancang supaya dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar mandiri dengan memuat komponen-komponen pembelajaran yang lengkap, seperti capaian pembelajaran, panduan penggunaan modul, materi, contoh penyelesaian soal, soal latihan, serta kegiatan pembelajaran, video pembelajaran yang terintegrasi dalam modul, pemanfaatan AI sebagai *learning assistant* terstruktur, refleksi pembelajaran, dan evaluasi. Seluruh komponen tersebut disusun secara sistematis untuk mendukung

proses belajar peserta didik sehingga mereka mampu belajar dengan lebih berpartisipasi, terarah, serta memiliki kemandirian belajar.

Selain menghasilkan produk belajar, studi ini juga menghasilkan informasi mengenai tingkat kelayakan produk melalui proses validasi yang dilakukan oleh ahli materi serta ahli media. Validasi dilakukan guna menilai kesesuaian substansi materi, kualitas penyajian dan aspek kebahasaan, desain media, kemudahan penggunaan, serta kesesuaian penerapan AI sebagai *learning assistant* dalam modul tersebut. Berbagai masukan dari validator selanjutnya dimanfaatkan sebagai acuan dalam menyempurnakan serta merevisi produk sebelum diimplementasikan pada peserta didik.

Tahap implementasi menghasilkan data mengenai respons peserta didik terhadap penggunaan modul serta gambaran kemandirian belajar peserta didik setelah menggunakan modul pembelajaran yang dikembangkan. Data tersebut memberikan informasi mengenai tingkat kepraktisan produk, kemudahan penggunaan modul, penerimaan peserta didik terhadap pemanfaatan AI sebagai *learning assistant*, serta kontribusi modul dalam mendukung proses belajar mandiri. Selanjutnya, seluruh hasil yang diperoleh pada setiap tahapan pengembangan dievaluasi untuk menghasilkan produk akhir yang layak digunakan dalam pembelajaran matematika di SMK.

Berdasarkan uraian tersebut, hasil penelitian pada bab ini disajikan secara bertahap sesuai dengan tahapan pengembangan model ADDIE, yaitu (1) tahap analisis (*Analysis*), (2) tahap perancangan (*Design*), (3) tahap pengembangan (*Development*), (4) tahap implementasi (*Implementation*), dan (5) tahap evaluasi (*Evaluation*). Pada setiap tahapan dipaparkan proses yang dilakukan, data yang diperoleh, hasil yang dicapai, serta temuan-temuan penelitian yang menjadi dasar dalam penyempurnaan modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *learning assistant* terstruktur.

4.1.1. Tahap Analisis (Analysis)

a. Analisis Kebutuhan

Tahap awal pada penerapan model ADDIE adalah tahap analisis, dengan tujuan mengidentifikasi berbagai kebutuhan dalam pembelajaran yang akan menjadi dasar dalam merancang produk. Pada tahap ini, peneliti mengkaji bagaimana matematika diajarkan di SMK Tritech Informatika Medan, apa saja kebutuhan guru dan siswa terkait penggunaan bahan ajar sekaligus hambatan yang muncul selama proses pembelajaran. Identifikasi kebutuhan dilaksanakan melalui kegiatan observasi di kelas dan wawancara dengan guru matematika. Kedua cara tersebut diterapkan untuk memperoleh data yang dikumpulkan bersifat menyeluruh dan solusi yang dihasilkan benar-benar memenuhi kebutuhan pengguna.

Berdasarkan observasi terhadap proses pembelajaran matematika di kelas XI SMK Tritech Informatika Medan, pengajaran masih bersifat konvensional dan berpusat pada guru (*teacher centered*). Guru menggunakan buku paket dan papan tulis dalam menyampaikan materi, kemudian memberikan contoh penyelesaian soal yang diikuti dengan latihan individu. Meskipun sebagian besar peserta didik mendengarkan instruksi, mencatat, dan mengerjakan soal yang diberikan, interaksi di dalam kelas didominasi oleh guru. Kegiatan belajar seperti berdiskusi, mengemukakan pendapat, maupun mengeksplorasi konsep secara mandiri masih belum terlihat secara optimal.

Berdasarkan hasil observasi, diketahui bahwa banyak peserta didik masih menemui hambatan ketika mempelajari materi fungsi kuadrat. Kesulitan tersebut tampak ketika peserta didik diminta menentukan bentuk fungsi kuadrat, membuat grafik, mengidentifikasi koordinat puncak, maupun mengerjakan soal cerita yang berkaitan dengan penerapan fungsi kuadrat. Ketika menemui kesulitan, sebagian besar peserta didik cenderung langsung menunggu penjelasan dari guru daripada mencoba mencari penyelesaian dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar yang dapat diakses. Kondisi ini mengindikasikan bahwa tingkat kemandirian belajar peserta didik masih perlu ditingkatkan.

Selain itu, bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran masih terbatas pada buku paket dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Meskipun bahan ajar tersebut telah memuat materi dan latihan soal, penyajiannya masih berorientasi pada

penyampaian konsep dan belum memberikan bimbingan belajar secara bertahap. Peserta didik belum memperoleh arahan mengenai langkah-langkah berpikir dalam menyelesaikan permasalahan matematika sehingga proses belajar masih sangat bergantung pada penjelasan guru di kelas.

Dari aspek pemanfaatan teknologi, hasil observasi menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika masih belum optimal. Teknologi lebih banyak dimanfaatkan sebagai media penyampaian materi, sedangkan pemanfaatannya sebagai sarana pendamping belajar yang mampu membimbing peserta didik secara mandiri belum diterapkan. Padahal, sebagian besar peserta didik telah terbiasa menggunakan telepon pintar maupun perangkat digital dalam aktivitas sehari-hari sehingga memiliki potensi untuk memanfaatkan teknologi sebagai bagian dari proses pembelajaran.

Temuan-temuan tersebut kemudian dikonfirmasi melalui kegiatan wawancara bersama guru matematika. Dari hasil diskusi tersebut, guru menyampaikan bahwa kurangnya kemandirian belajar siswa merupakan permasalahan yang sering terjadi pada proses pembelajaran matematika. Sebagian besar siswa masih mengandalkan penjelasan guru untuk memahami materi pelajaran dan menyelesaikan soal-soal latihan. Ketika dihadapkan pada soal dengan tingkat kesulitan yang lebih tinggi, peserta didik biasanya langsung bertanya kepada guru tanpa mencoba memecahkannya sendiri.

Guru juga menjelaskan bahwa materi fungsi kuadrat merupakan salah satu materi yang cukup menantang bagi peserta didik karena membutuhkan pemahaman konsep yang baik serta kemampuan menghubungkan berbagai representasi matematika, seperti bentuk aljabar, tabel, dan grafik. Perbedaan kemampuan akademik antar peserta didik menyebabkan kebutuhan pendampingan dalam proses pembelajaran menjadi berbeda-beda. Namun, keterbatasan waktu pembelajaran membuat guru belum dapat memberikan bimbingan secara individual kepada seluruh peserta didik sesuai dengan kebutuhannya.

Selain itu, guru menyampaikan bahwa perkembangan teknologi, khususnya AI, memiliki peluang besar untuk dimanfaatkan dalam pembelajaran apabila digunakan secara tepat. Menurut guru, AI sebaiknya tidak dimanfaatkan sebagai sarana untuk memperoleh jawaban secara instan, tetapi sebagai pendamping belajar (*learning assistant*) yang mampu memberikan petunjuk, pertanyaan pemandu, umpan balik, serta membantu peserta didik melakukan refleksi terhadap proses berpikirnya. Dengan demikian, peserta didik tetap berperan aktif dalam membangun pemahamannya sendiri dan tidak bergantung sepenuhnya pada teknologi.

Mengacu pada hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan, diperoleh sejumlah kebutuhan utama dalam pembelajaran matematika di SMK Tritech Informatika Medan, yaitu: (1) diperlukan modul yang dapat mendukung peserta didik untuk belajar secara mandiri; (2) diperlukan bahan ajar dengan penyajian materi yang tersusun sistematis sesuai karakteristik materi fungsi kuadrat; (3) diperlukan media

yang mampu menyediakan pendampingan bagi peserta didik secara bertahap sesuai kebutuhan masing-masing; serta (4) diperlukan pemanfaatan teknologi yang mampu mendukung proses pembelajaran secara pedagogis tanpa mengurangi peran guru sebagai fasilitator pembelajaran.

Temuan tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara situasi nyata di lapangan dan kondisi pembelajaran yang diharapkan. Idealnya, peserta didik didorong untuk belajar secara aktif dan mandiri dalam kelas matematika agar mereka dapat memanfaatkan berbagai sarana pembelajaran untuk membangun pemahaman mereka sendiri. Akan tetapi, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa peserta didik masih bergantung pada guru, pembelajaran mandiri belum sepenuhnya didukung oleh bahan ajar dan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran masih belum optimal. Oleh karena itu, diperlukan suatu inovasi bahan ajar yang mampu menjembatani kesenjangan tersebut.

Mengacu pada hasil analisis kebutuhan tersebut, peneliti menyusun Modul Pembelajaran Matematika berbantuan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur pada materi fungsi kuadrat bagi peserta didik kelas XI SMK. Modul ini dirancang bukan sekadar sebagai alat pembelajaran, melainkan juga sebagai pendamping belajar yang memberikan arahan, pertanyaan pemandu, umpan balik, serta aktivitas refleksi yang mendukung peserta didik dalam memahami konsep secara bertahap. Oleh karena itu, modul ini dirancang untuk memudahkan guru dalam memfasilitasi proses belajar

yang semakin aktif, terarah, serta selaras sejalan perkembangan teknologi pendidikan, sekaligus mendorong kemandirian peserta didik.

b. Analisis Karakteristik Peserta didik

Analisis terhadap karakteristik peserta didik dikaji guna memperoleh gambaran mengenai kondisi, kemampuan, kebutuhan, beserta karakteristik peserta didik selaku pengguna utama modul yang disusun. Analisis ini bertujuan agar produk yang dihasilkan selaras dengan kondisi dan karakteristik peserta didik sehingga dapat menunjang proses belajar secara optimal. Informasi mengenai karakteristik peserta didik dikumpulkan melalui hasil pengamatan, selama kegiatan belajar mengajar, diskusi bersama guru mata pelajaran matematika, serta didukung oleh pengamatan terhadap kegiatan belajar peserta didik di kelas.

Mengacu pada temuan analisis, siswa kelas XI SMK Tritech Informatika Medan menunjukkan karakteristik yang bervariasi ditinjau dari tingkat kemampuan akademik serta penguasaan konsep matematika. Sebagian siswa memiliki kemampuan menguasai materi dalam waktu yang relatif cepat, sedangkan sebagian lainnya masih memerlukan penjelasan yang lebih rinci dan pendampingan secara bertahap. Perbedaan kemampuan tersebut menyebabkan kebutuhan belajar setiap peserta didik menjadi berbeda sehingga diperlukan bahan ajar yang mampu mengakomodasi keberagaman kemampuan belajar.

Selain perbedaan kemampuan akademik, hasil pengamatan mengindikasikan bahwa mayoritas siswa lebih mudah menguasai materi apabila disertai contoh-contoh konkret, ilustrasi, serta latihan yang disusun secara berurutan. Pada pembahasan fungsi kuadrat, siswa cenderung menemui hambatan ketika diminta menghubungkan konsep-konsep yang telah dipelajari sebelumnya, seperti operasi aljabar, persamaan kuadrat, dan representasi grafik. Kesulitan tersebut menggambarkan perlunya bahan ajar yang dapat membantu peserta didik membimbing proses berpikir secara sistematis sehingga mereka dapat membangun pemahaman konsep secara bertahap.

Dari aspek kebiasaan belajar, sebagian besar peserta didik masih menunjukkan ketergantungan terhadap guru dalam menyelesaikan permasalahan matematika. Ketika menemukan soal yang dianggap sulit, peserta didik lebih sering menunggu penjelasan guru dibandingkan mencoba menyelesaikannya secara mandiri. Selain itu, hanya sebagian kecil peserta didik yang memanfaatkan sumber belajar lain, seperti buku referensi tambahan maupun media pembelajaran digital, untuk memperdalam pemahamannya terhadap materi yang dipelajari. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kemampuan belajar mandiri peserta didik masih perlu dikembangkan.

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa peserta didik memiliki ketertarikan yang cukup tinggi terhadap penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran. Sebagian besar peserta didik telah terbiasa menggunakan telepon pintar maupun laptop dalam kehidupan sehari-hari sehingga tidak mengalami kesulitan dalam mengoperasikan media pembelajaran berbasis digital. Namun demikian, pemanfaatan

teknologi selama ini lebih banyak digunakan untuk mencari jawaban secara cepat dibandingkan sebagai sarana untuk memahami konsep pembelajaran. Oleh karena itu, diperlukan suatu bentuk pemanfaatan teknologi yang mampu mengarahkan peserta didik agar menggunakan teknologi sebagai pendukung proses berpikir, bukan sebagai pemberi jawaban secara instan.

Dari sisi motivasi belajar, peserta didik menunjukkan minat yang lebih tinggi ketika pembelajaran melibatkan media yang menarik, penyajian materi yang interaktif, serta aktivitas belajar yang memberikan kesempatan kepada mereka untuk mengeksplorasi konsep secara mandiri. Sebaliknya, pembelajaran yang hanya berpusat pada penjelasan guru dalam waktu yang lama cenderung membuat sebagian peserta didik kehilangan fokus dan kurang aktif berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran.

Temuan lainnya adalah siswa lebih mudah menguasai materi apabila memperoleh umpan balik secara langsung atas jawaban atau langkah penyelesaian yang sudah mereka lakukan. Selama ini, umpan balik lebih banyak diberikan oleh guru ketika pembelajaran berlangsung di kelas. Namun, keterbatasan waktu pembelajaran menyebabkan guru belum dapat memberikan bimbingan secara personal kepada seluruh peserta didik. Akibatnya, beberapa siswa masih mengalami kesulitan untuk memperbaiki kesalahan yang dilakukan ketika belajar secara mandiri.

Mengacu pada hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa peserta didik membutuhkan modul yang selain menyajikan materi pembelajaran secara terstruktur, juga mampu memberikan pendampingan belajar sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan mereka. Produk modul yang dikembangkan perlu mencakup uraian pembelajaran yang disusun secara berurutan, contoh soal yang bervariasi, latihan yang mendorong kemampuan berpikir, aktivitas refleksi, serta pemanfaatan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur dengan memberikan petunjuk, pertanyaan pemandu, dan umpan balik selama proses belajar. Dengan demikian, modul diharapkan mampu membantu siswa untuk belajar secara mandiri sesuai dengan tingkat kemampuan serta kecepatan belajar masing-masing.

c. Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum dilaksanakan guna memastikan modul pembelajaran yang disusun selaras terhadap kurikulum yang diterapkan di sekolah. Kesesuaian dengan kurikulum menjadi aspek yang krusial pada penelitian pengembangan sebab produk yang dirancang harus mendukung pencapaian kompetensi yang telah ditetapkan serta berfungsi sebagai salah satu sumber belajar pada kegiatan pembelajaran di kelas. Atas dasar tersebut, peneliti pada tahap ini mengkaji dokumen kurikulum yang berlaku di SMK Tritech Informatika Medan, meliputi Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), materi yang diajarkan, serta karakteristik pembelajaran yang diharapkan.

Berdasarkan hasil analisis dokumen pembelajaran dan hasil wawancara bersama guru mata pelajaran matematika, diperoleh informasi bahwa kegiatan pembelajaran matematika di kelas XI SMK Tritech Informatika Medan menggunakan Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini mengarahkan proses belajar yang berorientasi pada siswa (*student centered learning*) serta memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengonstruksi pengetahuan melalui pengalaman belajar yang relevan, serta mendorong berkembangnya keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, serta kemandirian belajar.

Pada penerapan Kurikulum Merdeka, guru menjalankan peran sebagai pendamping yang membimbing peserta didik dalam memahami konsep melalui beragam kegiatan pembelajaran. Dengan demikian, bahan ajar yang digunakan juga diharapkan dapat mendukung pembelajaran yang aktif, fleksibel, serta memberi ruang kepada peserta didik untuk mengembangkan kemandirian belajar sesuai dengan kemampuan yang dimiliki. Hal tersebut selaras dengan fokus penelitian ini, yakni menyusun modul yang berfungsi sebagai pendamping bagi peserta didik sehingga mereka bukan sekadar memperoleh penjelasan dari guru, melainkan juga mampu mengembangkan pemahaman konsepnya secara mandiri.

Berdasarkan temuan analisis, diketahui bahwa pokok bahasan yang menjadi fokus penyusunan modul adalah materi fungsi kuadrat, yang menjadi salah satu materi pokok pada mata pelajaran matematika kelas XI SMK. Materi tersebut berkaitan erat dengan berbagai konsep matematika yang sudah dipelajari sebelumnya,

seperti operasi aljabar, persamaan kuadrat, sistem koordinat Cartesius, dan fungsi. Oleh karena itu, penyajian materi fungsi kuadrat perlu disusun secara berurutan dan terstruktur sehingga peserta didik mampu memahami hubungan antarkonsep secara lebih optimal.

Selanjutnya, peneliti menganalisis Capaian Pembelajaran (CP) yang berkaitan dengan materi fungsi kuadrat. Berdasarkan CP tersebut, peserta didik diharapkan mampu memahami konsep fungsi kuadrat, menentukan karakteristik grafik fungsi kuadrat, menganalisis hubungan antara bentuk aljabar dengan representasi grafik, serta menerapkan konsep fungsi kuadrat dalam menyelesaikan berbagai permasalahan kontekstual. Berdasarkan hasil analisis terhadap Capaian Pembelajaran tersebut, disusun indikator pencapaian kompetensi yang menjadi acuan dalam penyusunan materi, aktivitas pembelajaran, latihan soal, dan evaluasi pada modul. Hasil analisis kurikulum tersebut disajikan pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Analisis Kurikulum Materi Fungsi Kuadrat

Capaian Pembelajaran (CP)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

Peserta didik mampu memahami konsep fungsi kuadrat serta menggunakannya untuk menyelesaikan permasalahan matematis maupun kontekstual.	1. Mengidentifikasi bentuk umum fungsi kuadrat. 2. Menentukan nilai koefisien (a), (b), dan (c) pada fungsi kuadrat. 3. Menentukan nilai diskriminan fungsi kuadrat. 4. Menentukan titik puncak (titik balik) fungsi kuadrat. 5. Menentukan sumbu simetri fungsi kuadrat. 6. Menentukan titik potong grafik dengan sumbu-X dan sumbu-Y. 7. Menggambar grafik fungsi kuadrat berdasarkan karakteristiknya. 8. Menentukan persamaan fungsi kuadrat berdasarkan informasi yang diketahui. 9. Menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan fungsi kuadrat.

Analisis terhadap indikator pencapaian kompetensi tersebut menjadi dasar dalam menentukan ruang lingkup materi, urutan penyajian konsep, contoh soal, latihan, aktivitas pembelajaran, serta evaluasi yang disajikan dalam modul. Dengan demikian, setiap komponen dalam modul dikembangkan untuk mendukung ketercapaian kompetensi yang diharapkan sesuai dengan Kurikulum Merdeka.

Selain capaian pembelajaran, peneliti juga menganalisis Tujuan Pembelajaran (TP) yang akan dicapai melalui penggunaan modul. Tujuan pembelajaran tersebut kemudian dijadikan acuan dalam menyusun urutan penyajian materi sehingga setiap aktivitas belajar yang terdapat dalam modul memiliki keterkaitan dengan kompetensi yang diharapkan. Dengan demikian, isi modul tidak hanya menyajikan konsep-konsep matematika, tetapi juga dirancang untuk membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran secara bertahap.

Analisis kurikulum juga menunjukkan bahwa Kurikulum Merdeka mendorong pemanfaatan teknologi digital sebagai salah satu pendukung proses pembelajaran. Pemanfaatan teknologi tidak hanya bertujuan untuk mempermudah penyampaian materi, tetapi juga diharapkan mampu meningkatkan kualitas pengalaman belajar peserta didik melalui aktivitas yang lebih interaktif, bermakna, dan berpusat pada peserta didik. Oleh karena itu, modul yang dikembangkan mengintegrasikan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur.

Dalam penelitian ini, AI tidak berfungsi sebagai pengganti guru maupun sebagai pemberi jawaban secara langsung, melainkan sebagai pendamping belajar yang diintegrasikan pada tahap diskusi terarah setelah peserta didik memperoleh pemahaman awal melalui video pembelajaran dan ringkasan materi. Pada tahap tersebut, peserta didik menggunakan AI dengan bantuan petunjuk penggunaan dan contoh *prompt* yang telah disediakan dalam modul sehingga AI memberikan pertanyaan pemandu, klarifikasi konsep, petunjuk penyelesaian, serta umpan balik terhadap proses berpikir peserta didik. Dengan demikian, penggunaan AI tetap mendukung pembelajaran aktif dan mendorong peserta didik membangun pemahamannya secara mandiri.

Hasil analisis kurikulum juga menjadi dasar dalam menentukan sistematika penyusunan modul. Setiap komponen modul dirancang mengikuti alur pembelajaran yang mendukung pencapaian tujuan pembelajaran pada materi fungsi kuadrat. Modul diawali dengan penyampaian tujuan pembelajaran dan apersepsi untuk membangun

pengetahuan awal peserta didik, dilanjutkan dengan penyajian video pembelajaran dan ringkasan materi sebagai penguatan konsep.

Selanjutnya, peserta didik melakukan diskusi terarah dengan memanfaatkan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur, kemudian mengerjakan latihan mandiri tanpa bantuan AI, melakukan refleksi, menyelesaikan evaluasi, serta mempelajari rangkuman dan tindak lanjut pembelajaran. Penyusunan sistematika tersebut disesuaikan dengan karakteristik pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran aktif, berpusat pada peserta didik, pembelajaran berdiferensiasi, serta pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills* atau HOTS).

Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengembangan modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur telah disesuaikan dengan karakteristik Kurikulum Merdeka yang diterapkan di SMK Tritech Informatika Medan. Kesesuaian tersebut meliputi pemilihan materi, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, strategi pembelajaran, serta pemanfaatan teknologi sebagai pendukung proses belajar. Dengan demikian, modul yang dikembangkan diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu alternatif bahan ajar yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran matematika di SMK.

d. Analisis Materi

Kajian materi dilaksanakan guna mengidentifikasi cakupan materi, karakteristik, urutan penyajian, serta tingkat kompleksitas materi yang akan dimuat pada modul. Tahapan ini bertujuan agar isi materi selaras dengan capaian pembelajaran, karakteristik peserta didik, dan sasaran pengembangan produk. Hasil analisis materi menjadi dasar dalam menentukan sistematika penyajian isi modul, aktivitas pembelajaran, contoh soal, latihan, serta bentuk pendampingan belajar yang diberikan melalui AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur.

Berdasarkan hasil analisis kurikulum, pokok bahasan yang digunakan pada penelitian ini ialah materi fungsi kuadrat dalam mata pelajaran Matematika kelas XI SMK. Materi mengenai fungsi kuadrat dipilih karena termasuk materi dengan tingkat kompleksitas yang relatif tinggi serta menjadi dasar untuk pembelajaran materi-materi matematika pada jenjang berikutnya. Selain itu, materi fungsi kuadrat juga banyak diterapkan dalam berbagai permasalahan kontekstual sehingga pemahaman konsep yang baik sangat diperlukan oleh peserta didik.

Hasil analisis menunjukkan bahwa materi fungsi kuadrat memiliki karakteristik yang bersifat abstrak, hierarkis, dan logis**.** Materi ini tidak hanya menuntut peserta didik menghafal rumus, tetapi juga memahami hubungan antar konsep dan mampu menerapkannya dalam berbagai bentuk representasi matematika. Peserta didik diharapkan mampu menghubungkan bentuk aljabar fungsi kuadrat dengan grafik, menentukan karakteristik grafik berdasarkan koefisien fungsi, serta menginterpretasikan makna dari hasil penyelesaian masalah.

Selain itu, materi fungsi kuadrat memiliki sifat hierarkis, yaitu pemahaman terhadap suatu konsep sangat bergantung pada penguasaan konsep sebelumnya. Sebelum mempelajari fungsi kuadrat, peserta didik harus memahami operasi aljabar, bentuk persamaan kuadrat, sistem koordinat Cartesius, dan konsep fungsi. Apabila konsep-konsep prasyarat tersebut belum dikuasai dengan baik, peserta didik akan mengalami kesulitan dalam memahami materi fungsi kuadrat secara menyeluruh. Oleh karena itu, penyajian materi dalam modul harus disusun secara bertahap dari konsep yang paling sederhana menuju konsep yang lebih kompleks.

Dari hasil analisis juga diketahui bahwa beberapa submateri fungsi kuadrat memiliki tingkat kesulitan yang lebih tinggi dibandingkan submateri lainnya. Kesulitan tersebut umumnya muncul ketika peserta didik diminta menentukan titik puncak grafik fungsi kuadrat, menentukan nilai optimum, menggambar grafik berdasarkan persamaan fungsi kuadrat, serta menyelesaikan permasalahan kontekstual yang membutuhkan kemampuan penalaran matematis. Pada bagian-bagian tersebut, peserta didik memerlukan bimbingan yang lebih terarah agar mampu memahami langkah-langkah penyelesaian masalah secara sistematis.

Analisis materi juga menunjukkan bahwa pembelajaran fungsi kuadrat tidak cukup dilakukan melalui penyampaian teori dan pemberian contoh soal saja. Peserta didik perlu memperoleh kesempatan untuk mengeksplorasi konsep melalui berbagai aktivitas belajar, mengamati pola hubungan antar konsep, mencoba menyelesaikan masalah secara bertahap, serta melakukan refleksi terhadap proses berpikir yang telah

dilakukan. Dengan demikian, proses pembelajaran tidak hanya berorientasi pada hasil akhir, tetapi juga pada bagaimana peserta didik membangun pemahamannya terhadap konsep fungsi kuadrat.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, materi fungsi kuadrat dalam modul disusun secara sistematis mulai dari konsep dasar hingga penerapannya dalam penyelesaian masalah kontekstual. Penyajian materi diawali dengan apersepsi dan penyampaian tujuan pembelajaran untuk membangun pengetahuan awal peserta didik, kemudian dilanjutkan dengan video pembelajaran dan ringkasan materi sebagai penguatan konsep.

Setelah itu, peserta didik mengikuti kegiatan diskusi terarah dengan memanfaatkan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur untuk mengeksplorasi konsep melalui pertanyaan pemandu dan umpan balik yang terarah. Selanjutnya, peserta didik mengerjakan latihan mandiri tanpa bantuan AI, melakukan refleksi terhadap proses belajar, serta menyelesaikan evaluasi pembelajaran. Setiap bagian disusun secara berurutan agar peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang bertahap, sistematis, dan sesuai dengan karakteristik materi fungsi kuadrat.

Selain penyusunan materi secara sistematis, modul juga dirancang dengan mengintegrasikan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur pada kegiatan Diskusi Terarah. Pada tahap ini, peserta didik memanfaatkan AI sebagai teman berdiskusi setelah mempelajari video pembelajaran dan ringkasan materi. Untuk memastikan

interaksi berlangsung sesuai dengan tujuan pembelajaran, modul menyediakan petunjuk penggunaan AI serta contoh *prompt* yang telah dirancang oleh peneliti.

Melalui interaksi tersebut, AI memberikan pertanyaan pemandu, klarifikasi konsep, petunjuk penyelesaian, dan umpan balik terhadap proses berpikir peserta didik tanpa memberikan jawaban akhir secara langsung. Pendekatan ini diharapkan membantu peserta didik memahami proses penyelesaian masalah matematika sekaligus mendorong mereka untuk tetap berpikir aktif dan menyelesaikan latihan secara mandiri.

Dengan demikian, hasil analisis materi menunjukkan bahwa pengembangan modul bukan sekadar berorientasi terhadap penyampaian materi sesuai kurikulum, melainkan turut memperhatikan karakteristik konsep matematika, tingkat kesulitan materi, kebutuhan peserta didik dalam belajar, serta strategi belajar yang mendukung penguatan kemandirian peserta didik. Oleh karena itu produk modul tersebut dirancang agar mampu memfasilitasi peserta didik dalam memahami materi fungsi kuadrat dengan penyajian yang sistematis, bermakna, serta sesuai dengan karakteristik pembelajaran matematika di SMK.

4.1.2. Tahap Perancangan (Design)

Tahap Design merupakan tahap perancangan produk yang dilakukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan, karakteristik peserta didik, kurikulum, dan materi pembelajaran pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini peneliti menyusun

rancangan awal modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur yang akan dikembangkan pada tahap berikutnya. Selain merancang produk, peneliti juga menyusun perangkat pendukung penelitian berupa instrumen validasi, angket, dan desain tampilan modul agar proses pengembangan dapat berjalan secara sistematis. Hasil dari tahap perancangan berupa draft awal (prototype I) yang menjadi dasar dalam proses pengembangan dan validasi produk.

a. Perancangan Modul Pembelajaran

Perancangan modul pembelajaran dilakukan dengan mengacu pada temuan analisis kurikulum, karakteristik peserta didik, serta hasil analisis materi yang diperoleh sebelumnya. Modul dirancang sebagai modul belajar yang dapat dimanfaatkan peserta didik untuk belajar secara mandiri serta mampu mendukung proses pembelajaran di kelas. Penyusunan modul disesuaikan dengan karakteristik modul yang meliputi self instructional, self contained, stand alone, adaptif, dan user friendly, sehingga siswa mampu belajar dengan lebih sistematis tanpa bergantung secara penuh pada guru.

Materi yang dikembangkan dalam modul adalah fungsi kuadrat pada mata pelajaran Matematika kelas XI SMK. Penyusunan materi dilakukan secara bertahap mulai dari konsep dasar hingga penerapan dalam penyelesaian masalah kontekstual. Penyajian materi dirancang agar peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang terstruktur sehingga mampu memahami konsep secara bertahap sesuai tingkat perkembangan berpikirnya. Struktur modul disusun secara sistematis agar

memudahkan peserta didik dalam mengikuti alur pembelajaran. Adapun sistematika modul yang dirancang meliputi:

1. Sampul (cover) modul.
2. Identitas Penyusun
3. Kata pengantar.
4. Petunjuk penggunaan.
5. Peta Konsep
6. Tujuan Pembelajaran (TP).
7. Indikator Keberhasilan
8. Ruang Lingkup
9. Apersepsi.
10. Video Pembelajaran
11. Ringkasan Materi.
12. Diskusi Terarah.
13. Aktivitas AI sebagai *Learning Assistant*.
14. Latihan mandiri.
15. Refleksi.
16. Evaluasi
17. Rangkuman dan Tindak Lanjut
18. Penutup

Modul pembelajaran yang dirancang memiliki alur pembelajaran yang sistematis, dimulai dari kegiatan apersepsi untuk membangun pengetahuan awal peserta didik, dilanjutkan dengan penyajian video pembelajaran sebagai pengantar materi. Setelah peserta didik memperoleh gambaran umum mengenai materi, modul menyajikan ringkasan konsep fungsi kuadrat sebagai dasar sebelum memasuki aktivitas diskusi terarah menggunakan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur. Selanjutnya, peserta didik mengerjakan latihan mandiri tanpa bantuan AI untuk mengukur pemahamannya secara mandiri, kemudian melakukan refleksi terhadap proses belajar yang telah dilalui. Pada bagian akhir disediakan evaluasi, rangkuman materi, tindak lanjut, serta penutup sebagai penguatan terhadap materi yang telah dipelajari.

Penyusunan komponen tersebut bertujuan agar peserta didik tidak hanya membaca materi, tetapi juga memperoleh pengalaman belajar yang aktif melalui latihan, refleksi, dan eksplorasi konsep secara bertahap. Alur pembelajaran tersebut dirancang secara berurutan agar penggunaan AI tidak berdiri sendiri, melainkan menjadi bagian yang terintegrasi dalam proses pembelajaran.

AI digunakan pada tahap diskusi terarah setelah peserta didik memperoleh pemahaman awal melalui video pembelajaran dan ringkasan materi. Selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk mengerjakan latihan secara mandiri tanpa bantuan AI sehingga pemahaman yang diperoleh dapat diuji secara mandiri. Dengan demikian, AI dimanfaatkan sebagai pendamping belajar pada tahap yang telah ditentukan

sehingga tetap mendorong peserta didik untuk berpikir aktif dan membangun kemandirian belajar.

Selain itu, setiap submateri dirancang menggunakan pendekatan bertahap (*scaffolding*) sehingga peserta didik memperoleh bantuan belajar pada awal proses pembelajaran dan secara perlahan mampu menyelesaikan permasalahan secara mandiri. Dengan demikian, modul tidak hanya berfungsi sebagai sumber belajar, tetapi juga sebagai sarana untuk melatih kemampuan berpikir dan kemandirian belajar peserta didik.

b. Perancangan AI sebagai Learning Assistant Terstruktur

Selain merancang isi modul, peneliti juga merancang integrasi AI *Learning Assistant* Terstruktur. Perancangan ini didasarkan pada tujuan penelitian, yaitu menjadikan AI sebagai pendamping belajar yang membantu peserta didik memahami konsep matematika melalui proses berpikir yang sistematis, bukan sebagai pemberi jawaban secara instan. Oleh karena itu, AI dirancang untuk memberikan bantuan belajar secara bertahap sehingga peserta didik tetap menjadi subjek utama dalam proses pembelajaran.

Perancangan AI dilakukan dengan mengacu pada prinsip scaffolding, yaitu pemberian bantuan belajar sesuai kebutuhan peserta didik. Bantuan tersebut diberikan melalui pertanyaan pemandu, petunjuk penyelesaian, klarifikasi konsep, dan umpan balik terhadap proses berpikir peserta didik. Seiring meningkatnya pemahaman

peserta didik, bantuan yang diberikan AI diharapkan dapat semakin berkurang sehingga peserta didik mampu menyelesaikan permasalahan secara mandiri.

Berbeda dengan penggunaan AI secara umum yang sering dimanfaatkan untuk memperoleh jawaban secara cepat, AI dalam modul ini dirancang hanya sebagai teman belajar (*learning assistant*). AI tidak memberikan jawaban akhir terhadap soal yang dikerjakan peserta didik, melainkan mengarahkan peserta didik agar mampu menemukan sendiri penyelesaian masalah melalui proses berpikir yang sistematis. Dengan demikian, penggunaan AI tetap mendukung tercapainya tujuan pembelajaran serta pengembangan kemandirian belajar peserta didik.

Integrasi AI di dalam modul juga disusun mengikuti alur pembelajaran yang sistematis. Sebelum memasuki materi inti, peserta didik terlebih dahulu diberikan pertanyaan apersepsi yang bertujuan mengaktifkan pengetahuan awal dan menghubungkannya dengan materi fungsi kuadrat yang akan dipelajari. Setelah itu, peserta didik diarahkan untuk menonton video pembelajaran yang telah tersedia di dalam modul sebagai sumber utama dalam memahami konsep-konsep fungsi kuadrat.

Setelah menyaksikan video pembelajaran, peserta didik mempelajari ringkasan materi yang disajikan di dalam modul. Ringkasan tersebut memuat pokok-pokok konsep yang telah dijelaskan dalam video sehingga membantu peserta didik memperkuat pemahaman sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

Berbeda dengan modul cetak konvensional, modul yang dikembangkan telah mengintegrasikan video pembelajaran secara langsung ke dalam halaman flipbook sehingga peserta didik dapat mengakses video tanpa harus memindai barcode atau berpindah ke media lain. Integrasi ini diharapkan mampu meningkatkan kenyamanan belajar dan menjaga kontinuitas aktivitas pembelajaran.

Selanjutnya, peserta didik memasuki kegiatan Diskusi Terarah. Pada bagian ini, modul memberikan petunjuk penggunaan AI yang menegaskan bahwa AI digunakan sebagai teman diskusi, bukan sebagai pemberi jawaban akhir. Untuk memastikan proses diskusi berlangsung sesuai tujuan pembelajaran, peneliti telah menyediakan prompt pada modul yang dapat langsung digunakan peserta didik saat berinteraksi dengan AI. Prompt tersebut dirancang agar AI memberikan pertanyaan pemandu, petunjuk penyelesaian, klarifikasi konsep, maupun umpan balik terhadap jawaban peserta didik tanpa langsung menyelesaikan soal yang diberikan.

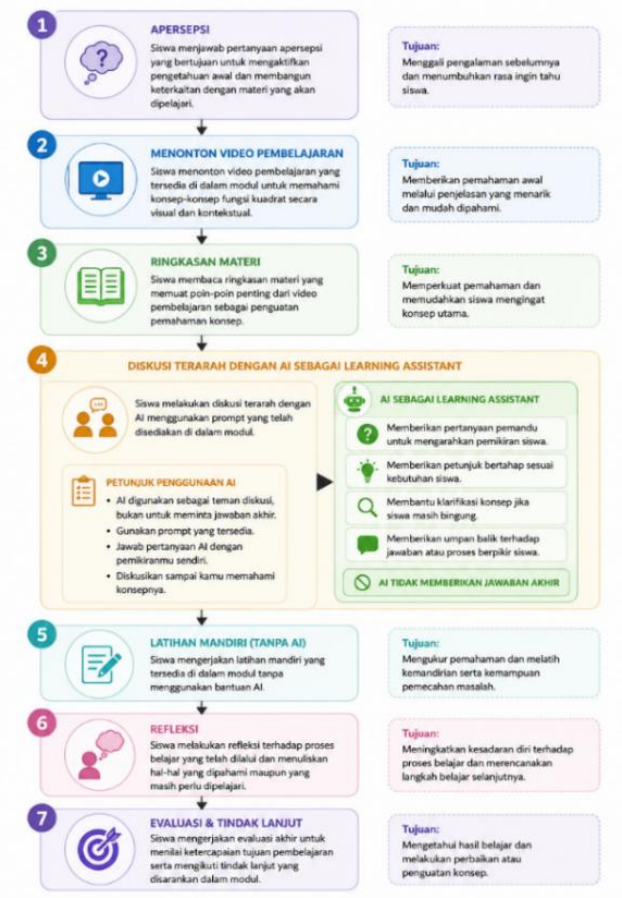
Salah satu karakteristik utama modul yang dikembangkan adalah penyediaan contoh prompt yang telah dirancang oleh peneliti pada setiap aktivitas diskusi bersama AI. Prompt tersebut disusun untuk mengarahkan peserta didik agar menggunakan AI sebagai sarana eksplorasi konsep dan pendamping berpikir, bukan sebagai penyedia jawaban akhir. Dengan adanya prompt yang terstruktur, proses interaksi antara peserta didik dan AI menjadi lebih terarah, sehingga penggunaan AI tetap selaras dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

Setelah proses diskusi bersama AI selesai, peserta didik diarahkan untuk mengerjakan latihan mandiri yang terdapat di dalam modul tanpa menggunakan bantuan AI. Tahap ini bertujuan agar peserta didik dapat mengukur pemahamannya sendiri terhadap materi yang telah dipelajari sekaligus melatih kemampuan berpikir dan menyelesaikan masalah secara mandiri.

Tahap terakhir dalam pembelajaran adalah refleksi. Pada bagian ini peserta didik diminta menuliskan pengalaman belajarnya, mengidentifikasi materi yang telah dipahami maupun yang masih dirasakan sulit, serta mengevaluasi strategi belajar yang telah digunakan selama mengikuti pembelajaran menggunakan modul. Kegiatan refleksi ini diharapkan mampu meningkatkan kesadaran peserta didik terhadap proses belajarnya sehingga dapat membentuk kemandirian belajar yang lebih baik.

Seluruh komponen modul disusun mengikuti urutan aktivitas belajar yang logis. Peserta didik terlebih dahulu membangun pengetahuan awal melalui apersepsi, kemudian memperoleh penguatan konsep melalui video pembelajaran dan ringkasan materi. Setelah memiliki pemahaman awal, peserta didik melakukan diskusi terarah menggunakan AI, kemudian menguji pemahamannya melalui latihan mandiri tanpa bantuan AI, dan akhirnya melakukan refleksi terhadap proses belajar yang telah dilalui. Penyusunan alur tersebut bertujuan agar proses belajar berlangsung secara bertahap (scaffolded learning) sehingga mendukung berkembangnya kemandirian belajar peserta didik.

Berbeda dengan penggunaan AI secara bebas yang memberikan keleluasaan kepada peserta didik untuk mengajukan berbagai pertanyaan, pada modul yang dikembangkan dalam penelitian ini interaksi dengan AI telah dirancang secara terstruktur. Peneliti menyediakan petunjuk penggunaan AI beserta contoh prompt yang dapat langsung digunakan oleh peserta didik dalam kegiatan diskusi. Dengan demikian, arah komunikasi antara peserta didik dan AI tetap berfokus pada pencapaian tujuan pembelajaran serta menghindari kecenderungan peserta didik menggunakan AI hanya untuk memperoleh jawaban secara instan. Secara keseluruhan, alur penggunaan AI dalam modul yang dirancang oleh peneliti dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Alur Integrasi AI sebagai Learning Assistant Terstruktur dalam Modul

Perancangan tersebut diharapkan mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih terarah, interaktif, dan bermakna. AI tidak mengambil alih proses berpikir peserta didik, melainkan berperan sebagai Learning Assistant Terstruktur yang memberikan bantuan belajar pada tahap yang tepat sehingga peserta didik tetap aktif membangun pengetahuannya sendiri. Melalui rancangan tersebut, modul diharapkan mampu mendukung berkembangnya kemampuan berpikir kritis sekaligus kemandirian belajar peserta didik SMK.

c. Penyusunan Instrumen Penelitian

Pada tahap *design*, peneliti juga menyusun instrumen penelitian yang akan digunakan untuk memperoleh data selama proses pengembangan modul pembelajaran. Penyusunan instrumen dilakukan berdasarkan tujuan penelitian, indikator variabel penelitian, serta tahapan penelitian dan pengembangan (R&D). Instrumen yang disusun bertujuan untuk memperoleh data mengenai tingkat kelayakan produk yang dikembangkan, respons pengguna terhadap modul, serta gambaran kemandirian belajar peserta didik setelah menggunakan modul pembelajaran berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur.

Penyusunan instrumen diawali dengan menentukan aspek-aspek yang akan diukur berdasarkan kajian teori pada Bab II. Selanjutnya, setiap aspek dijabarkan menjadi indikator yang kemudian dikembangkan menjadi butir-butir pernyataan sesuai dengan karakteristik masing-masing instrumen. Seluruh instrumen menggunakan skala penilaian yang disesuaikan dengan tujuan pengukuran sehingga data yang diperoleh dapat menggambarkan kualitas produk secara objektif.

Instrumen penelitian yang disusun dalam penelitian ini terdiri atas lembar validasi ahli materi**,** lembar validasi ahli media**,** angket respons peserta didik, dan angket kemandirian belajar peserta didik. Masing-masing instrumen memiliki fungsi yang berbeda sesuai dengan kebutuhan penelitian.

1. Lembar Validasi Ahli Materi

Lembar penilaian ahli materi disusun guna memperoleh penilaian mengenai tingkat kelayakan isi modul pembelajaran hasil pengembangan. Komponen yang dinilai mencakup kualitas isi dan tujuan, penyajian materi, kualitas bahasa, beserta kesesuaian penerapan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur. Instrumen ini memuat 15 butir item pernyataan dengan menggunakan skala Likert lima tingkat, yakni Sangat Baik (SB), Baik (B), Cukup (C), Kurang (K), serta Sangat Kurang (SK). Selain memberikan penilaian, validator juga diberikan ruang untuk menyampaikan kritik dan saran sebagai dasar penyempurnaan produk.

2. Lembar Validasi Ahli Media

Lembar penilaian ahli media disusun guna memperoleh informasi mengenai tampilan serta desain modul hasil pengembangan. Penilaian difokuskan pada aspek kualitas tampilan, kualitas teknis, interaktivitas, kesesuaian media dengan pembelajaran, serta kelayakan penggunaan modul secara umum. Instrumen ini memuat 20 butir item yang dinilai menggunakan skala Likert lima tingkat yang sama seperti pada validasi ahli materi sebelumnya. Saran yang diberikan oleh validator media dimanfaatkan sebagai dasar penyempurnaan terhadap komponen visual, tata letak, navigasi, dan kemudahan penggunaan modul.

3. Angket Respons Peserta didik

Instrumen angket respons peserta didik disusun guna memperoleh informasi mengenai respons peserta didik setelah menggunakan bahan ajar pembelajaran. Aspek yang dinilai meliputi kemudahan penggunaan modul, kejelasan penyajian materi, tampilan modul, pemanfaatan AI sebagai *Learning Assistant*, serta manfaat modul dalam mendukung proses pembelajaran. Angket ini terdiri atas 18 butir item yang diukur menggunakan skala Likert lima tingkat, yakni Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Ragu-ragu (RR), Tidak Setuju (TS), serta Sangat Tidak Setuju (STS). Informasi yang diperoleh dimanfaatkan untuk mengukur tingkat penerimaan siswa terhadap produk hasil pengembangan.

4. Angket Kemandirian Belajar Peserta didik

Instrumen kemandirian belajar disusun berdasarkan indikator *Self-Regulated Learning* yang meliputi perencanaan belajar, pengelolaan belajar, monitoring, evaluasi diri, serta pemanfaatan AI sebagai pendukung proses belajar. Instrumen ini terdiri atas 10 butir item yang dinilai menggunakan skala Likert lima tingkat, yakni Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Ragu-ragu (RR), Tidak Setuju (TS), serta Sangat Tidak Setuju (STS). Data yang diperoleh digunakan untuk memberikan gambaran mengenai kondisi kemandirian belajar peserta didik sesudah menggunakan modul pembelajaran hasil pengembangan.

Seluruh instrumen yang telah dirancang selanjutnya dikonsultasikan dengan dosen pembimbing sebelum digunakan dalam penelitian. Setelah memperoleh masukan dan dilakukan perbaikan, instrumen divalidasi oleh ahli sesuai bidangnya guna memastikan setiap item pernyataan telah selaras dengan indikator yang diukur serta memenuhi kriteria untuk digunakan dalam proses pengambilan data. Dengan demikian, instrumen yang digunakan diharapkan dapat memberikan data yang akurat sehingga mendukung tercapainya tujuan penelitian.

Tabel 4. 2 Ringkasan Instrumen Penelitian

No	Instrumen	Responden	Jumlah Butir	Tujuan
1	Lembar Validasi Ahli Materi	Ahli Materi	15	Menilai kelayakan isi dan penyajian materi modul
2	Lembar Validasi Ahli Media	Ahli Media	20	Menilai kelayakan tampilan, teknis, dan media modul
3	Angket Respons Peserta didik	Peserta didik SMK	18	Mengetahui tanggapan peserta didik terhadap penggunaan modul
4	Angket Kemandirian Belajar	Peserta didik SMK	10	Mengetahui tingkat kemandirian belajar peserta didik setelah menggunakan modul

d. Penyusunan Desain Tampilan Modul

Pada tahap ini peneliti menyusun desain tampilan modul pembelajaran yang bertujuan menghasilkan bahan ajar yang tidak hanya layak dari segi isi, tetapi juga menarik, mudah digunakan, serta mendukung motivasi belajar peserta didik. Penyusunan desain tampilan dilakukan dengan memperhatikan prinsip-prinsip desain

pembelajaran, yaitu kesederhanaan, konsistensi, keterbacaan, keseimbangan tata letak (layout), dan kemudahan navigasi.

Desain modul dikembangkan menggunakan format flipbook digital sehingga bisa digunakan menggunakan perangkat komputer ataupun telepon seluler. Pemilihan format digital dilakukan agar modul lebih fleksibel diterapkan pada kegiatan pembelajaran di kelas maupun untuk belajar secara mandiri di luar kelas. Selain itu, format flipbook memungkinkan integrasi berbagai media pembelajaran, seperti video pembelajaran, gambar ilustrasi, serta tautan menuju AI sebagai *Learning Assistant*.

Secara visual, modul menggunakan dominasi warna biru tua (dark blue) yang dipadukan dengan warna biru muda (light blue) dan putih. Pemilihan kombinasi warna tersebut bertujuan memberikan kesan modern, nyaman dipandang, serta mencerminkan nuansa teknologi yang sejalan dengan konsep pembelajaran berbasis AI. Penggunaan warna yang konsisten pada setiap halaman juga bertujuan menjaga identitas visual modul sehingga peserta didik lebih mudah mengenali bagian-bagian pembelajaran.

Jenis huruf yang digunakan disesuaikan dengan karakteristik peserta didik SMK, yaitu menggunakan huruf yang sederhana, mudah dibaca, serta memiliki ukuran yang proporsional. Judul setiap bagian dibuat lebih menonjol dibandingkan isi materi sehingga memudahkan peserta didik dalam mengenali struktur pembelajaran. Selain itu, tata letak setiap halaman disusun secara konsisten dengan memperhatikan

keseimbangan antara teks, ilustrasi, dan ruang kosong (*white space*) sehingga informasi dapat diterima peserta didik dengan lebih nyaman tanpa memberikan kesan penuh atau membingungkan.

Bagian awal modul diawali dengan sampul (cover) yang menampilkan ilustrasi grafik fungsi kuadrat berpadu dengan visual bernuansa teknologi. Desain sampul tersebut dipilih untuk menggambarkan keterkaitan antara materi matematika dengan pemanfaatan AI sebagai pendamping belajar. Pada bagian sampul juga dicantumkan judul modul sehingga peserta didik dapat langsung mengetahui materi yang akan dipelajari.

Selanjutnya disajikan petunjuk penggunaan modul yang dibedakan menjadi petunjuk untuk peserta didik dan petunjuk untuk guru. Pada bagian petunjuk tersebut dijelaskan langkah-langkah penggunaan modul, tata cara memanfaatkan AI sebagai *Learning Assistant*, serta aturan penggunaan AI agar tidak digunakan sebagai penyedia jawaban instan. Penyajian petunjuk ini bertujuan agar seluruh pengguna memiliki pemahaman yang sama mengenai mekanisme pembelajaran menggunakan modul.

Setelah petunjuk penggunaan, modul menyajikan apersepsi sebagai aktivitas awal pembelajaran. Apersepsi disusun dalam bentuk pertanyaan kontekstual yang berkaitan dengan pengalaman yang dekat dengan kehidupan peserta didik sehingga

dapat menumbuhkan ketertarikan untuk belajar serta menghubungkan pemahaman yang telah dimiliki dengan pembahasan fungsi kuadrat selanjutnya.

Tahap berikutnya adalah penyajian video pembelajaran yang ditampilkan secara langsung di dalam modul. Video ini berfungsi sebagai pengantar materi sekaligus memberikan gambaran awal mengenai konsep fungsi kuadrat sebelum peserta didik mempelajari materi secara lebih mendalam. Kehadiran video pembelajaran diharapkan dapat membantu peserta didik yang memiliki gaya belajar visual maupun audiovisual sehingga proses memahami konsep menjadi lebih mudah.

Setelah menyaksikan video pembelajaran, peserta didik diarahkan untuk membaca ringkasan materi yang memuat poin-poin penting mengenai fungsi kuadrat. Ringkasan tersebut disusun menggunakan bahasa yang sederhana dengan penyajian yang sistematis sehingga peserta didik dapat memperoleh gambaran umum mengenai konsep sebelum memasuki aktivitas pembelajaran berikutnya.

Keunikan utama modul ini terletak pada adanya bagian Diskusi Terarah yang mengintegrasikan AI sebagai *Learning Assistant Terstruktur*. Pada bagian ini peserta didik tidak langsung diminta mencari jawaban menggunakan AI, melainkan terlebih dahulu diberikan petunjuk mengenai etika penggunaan AI dalam pembelajaran. Modul juga menyediakan contoh *prompt* yang telah dirancang oleh peneliti sehingga interaksi antara peserta didik dan AI tetap terarah pada proses eksplorasi konsep, pemberian petunjuk, serta pengembangan kemampuan berpikir, bukan sekadar

memperoleh jawaban akhir. Dengan demikian, penggunaan AI tetap berada dalam kendali proses pembelajaran yang telah dirancang di dalam modul.

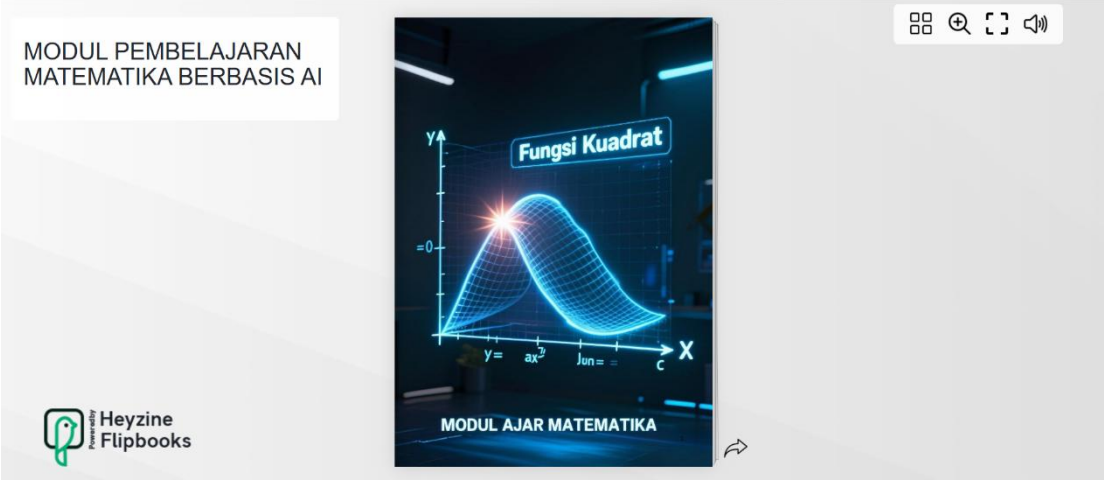
Berbeda dengan pemanfaatan AI yang umumnya digunakan sejak awal untuk memperoleh informasi atau jawaban, dalam modul yang dikembangkan AI baru digunakan setelah peserta didik memperoleh pengetahuan awal melalui video pembelajaran dan ringkasan materi. Dengan demikian, AI berfungsi sebagai pendamping dalam memperdalam pemahaman konsep, bukan sebagai sumber utama belajar. Rancangan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan AI ditempatkan pada tahapan yang telah direncanakan dalam alur pembelajaran sehingga peserta didik tetap membangun pemahaman konsep secara mandiri sebelum memperoleh bantuan belajar dari AI.

Setelah melakukan diskusi bersama AI, peserta didik diarahkan mengerjakan latihan mandiri tanpa menggunakan bantuan AI. Tahap ini dirancang agar peserta didik dapat mengukur sejauh mana pemahamannya setelah memperoleh bantuan melalui proses diskusi terarah. Soal latihan disusun secara bertahap mulai dari pemahaman konsep hingga penerapan konsep fungsi kuadrat dalam penyelesaian masalah.

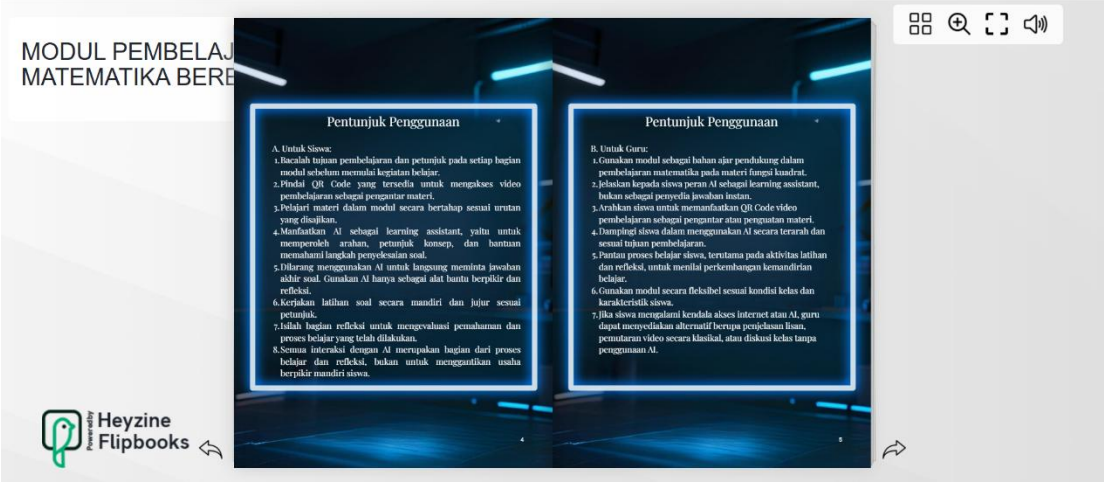
Sebagai tahap akhir pembelajaran, modul menyediakan lembar refleksi diri yang berisi beberapa pertanyaan mengenai proses belajar yang telah dilalui oleh peserta didik. Pada kegiatan tersebut, siswa diajak mengevaluasi pemahaman,

mengidentifikasi hambatan yang masih dialami, serta menyusun strategi untuk kegiatan belajar selanjutnya. Kehadiran refleksi menjadi salah satu komponen penting untuk mendukung peningkatan kemandirian peserta didik karena siswa dilatih agar mampu mengevaluasi proses pembelajaran yang telah dijalaninya.

Secara keseluruhan, desain tampilan modul bukan sekadar difokuskan pada unsur estetika, melainkan turut dirancang untuk mendukung alur pembelajaran yang sistematis. Setiap komponen disusun mengikuti urutan aktivitas belajar, yaitu dimulai dari apersepsi, video pembelajaran, ringkasan materi, diskusi terarah menggunakan AI, latihan mandiri, hingga refleksi. Urutan tersebut dirancang untuk menciptakan proses belajar yang semakin terstruktur, interaktif, serta mendukung tujuan pengembangan, yaitu meningkatkan kemandirian belajar peserta didik SMK melalui pemanfaatan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur.



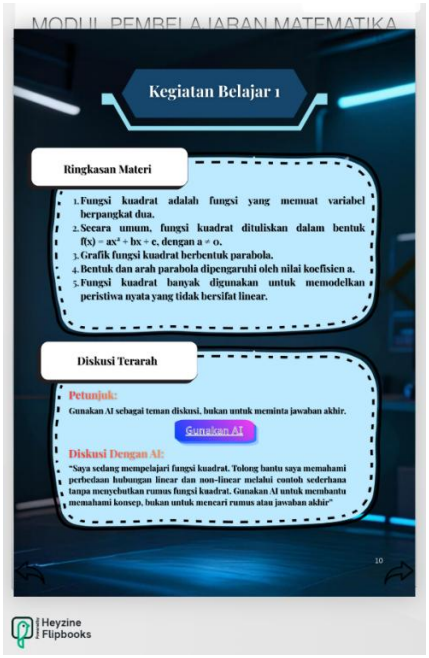
Gambar 4. 2 Tampilan Cover Modul



Gambar 4. 3 Tampilan Petunjuk Penggunaan Modul



Gambar 4. 4 Tampilan Apersepsi dan Video Pembelajaran



Gambar 4. 5 Tampilan Ringkasan Materi dan Diskusi Terarah dengan AI



Gambar 4. 6 Tampilan Latihan Mandiri dan Refleksi

4.1.3. Tahap Development

Pada tahap Development, desain modul yang telah dirancang pada fase Design direalisasikan menjadi sebuah produk yang siap diterapkan dalam pembelajaran. Tahap ini bertujuan menghasilkan modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur yang layak digunakan sesuai dengan hasil evaluasi para validator. Kegiatan yang dilaksanakan pada tahapan ini meliputi pengembangan produk, validasi oleh validator materi dan validator media, diikuti penyempurnaan produk mengacu pada masukan dari para validator.

a. Hasil Pengembangan Modul

Pada tahapan ini peneliti mengembangkan rancangan yang telah dirancang pada fase Design menjadi sebuah produk pembelajaran nyata berupa modul pembelajaran matematika digital berbentuk flipbook pada materi fungsi kuadrat bagi siswa kelas XI SMK. Pengembangan modul dilakukan dengan memperhatikan hasil analisis kebutuhan, karakteristik peserta didik, kurikulum yang berlaku, beserta hasil kajian materi yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya.

Modul dikembangkan dengan memanfaatkan platform desain Canva sehingga menghasilkan desain yang lebih menarik, sistematis, serta mudah dioperasikan. Produk akhir disajikan dalam bentuk flipbook digital sehingga dapat digunakan melalui perangkat komputer ataupun telepon seluler tanpa memerlukan perangkat

lunak khusus. Format digital dipilih untuk memberikan kemudahan akses kepada peserta didik sekaligus mendukung implementasi pembelajaran berbasis teknologi.

Pengembangan modul bukan sekadar difokuskan terhadap penyajian materi, melainkan turut mengintegrasikan komponen pembelajaran guna mendukung terciptanya proses belajar yang lebih aktif, mandiri, serta bermakna. Atas dasar tersebut, modul dilengkapi dengan sejumlah komponen yang telah disusun pada tahap Design, yaitu sampul, identitas penyusun, kata pengantar, petunjuk penggunaan, peta konsep, tujuan pembelajaran, indikator keberhasilan pembelajaran, ruang lingkup materi, apersepsi, video pembelajaran, ringkasan materi, diskusi terarah, aktivitas Bersama AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur, latihan mandiri, refleksi, evaluasi, rangkuman dan tindak lanjut, serta penutup.

Salah satu karakteristik utama modul yang dikembangkan adalah integrasi AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur. Berbeda dengan penggunaan AI secara bebas, pada modul ini interaksi peserta didik dengan AI telah dirancang secara sistematis melalui penyediaan petunjuk penggunaan AI dan contoh *prompt* yang disusun oleh peneliti. Dengan demikian, peserta didik menggunakan AI sebagai teman berdiskusi untuk mengeksplorasi konsep fungsi kuadrat melalui pertanyaan pemandu, klarifikasi konsep, dan umpan balik, bukan untuk memperoleh jawaban akhir secara instan.

Selain itu, modul juga mengintegrasikan video pembelajaran secara langsung ke dalam halaman flipbook sehingga peserta didik dapat mengakses materi

audiovisual tanpa berpindah ke media lain. Integrasi tersebut dirancang untuk mendukung efektivitas proses pembelajaran karena siswa dapat mengikuti seluruh rangkaian kegiatan belajar dalam satu media yang sama.

Secara keseluruhan, produk yang dihasilkan pada tahap pengembangan merupakan modul pembelajaran digital yang mengombinasikan penyajian materi, media pembelajaran, aktivitas diskusi berbantuan AI, latihan mandiri, serta refleksi dalam satu kesatuan yang saling terintegrasi. Produk inilah yang kemudian melalui proses validasi oleh validator materi dan validator media guna menilai tingkat kelayakan sebelum digunakan dalam tahap implementasi pada peserta didik.

b. Hasil Validasi Ahli Materi

Setelah modul matematika berbantuan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur berhasil disusun, langkah berikutnya yaitu melaksanakan penilaian oleh ahli materi. Tahapan tersebut bertujuan menilai tingkat kelayakan modul berdasarkan kualitas materi, dan tujuan, kualitas penyajian, kualitas bahasa, serta kesesuaian integrasi AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur. Hasil validasi dimanfaatkan sebagai acuan dalam menyempurnakan produk sebelum diterapkan pada peserta didik.

Validasi materi dilakukan oleh salah satu dosen Program Studi Pendidikan Matematika di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang berpengalaman pada bidang pengembangan bahan ajar dan pembelajaran matematika.

Tabel 4. 3 Identitas Validator Ahli Materi

No	Nama Validator	Jabatan	Keahlian
1	Putri Maisyarah Ammy, S.Pd.I., M.Pd.	Dosen Pendidikan Matematika	Ahli Materi

Penilaian dilakukan menggunakan instrumen validasi ahli materi yang terdiri atas 15 butir pernyataan dengan empat aspek penilaian. Hasil penilaian validator terhadap setiap aspek disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Skor Maksimum	Skor Diperoleh	Persentase	Kategori
1	Kualitas Isi dan Tujuan	25	20	80%	Sangat Layak
2	Kualitas Penyajian	20	17	85%	Sangat Layak
3	Kualitas Bahasa	15	12	80%	Sangat Layak
4	Kesesuaian AI sebagai Learning Assistant	15	12	80%	Sangat Layak
	Jumlah	75	61	81,33%	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 4.4 diperoleh skor sebesar 61 dari skor maksimum 75 sehingga persentase kelayakan modul dihitung sebagai berikut.

$$P = \frac{\sum x}{N} \times 100\%$$

$$P = \frac{61}{75} \times 100\% = 81{,}33\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diperoleh persentase sebesar **81,33%**. Mengacu pada kriteria kelayakan produk, persentase tersebut termasuk kategori "**Sangat Layak"**.

Tabel 4. 5 Kategori Tingkat Kelayakan Modul

Persentase	Kategori
81–100%	Sangat Layak
61–80%	Layak
41–60%	Cukup Layak
21–40%	Kurang Layak
0–20%	Tidak Layak

Berdasarkan hasil validasi yang diperoleh, karena memperoleh persentase 81,33%, maka modul termasuk dalam kriteria "Sangat Layak" dan dapat diterapkan pada tahap uji coba setelah dilakukan penyempurnaan sesuai saran validator.

Mengacu pada hasil penilaian ahli materi, diperoleh nilai kelayakan mencapai 81,33% dan termasuk dalam kriteria "Sangat Layak". Hasil tersebut mengindikasikan bahwa isi materi fungsi kuadrat pada modul telah memenuhi kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, kebutuhan serta karakteristik peserta didik SMK, serta capaian pembelajaran yang berlaku pada Kurikulum Merdeka.

Pada aspek kualitas isi dan tujuan, validator menilai bahwa materi telah disusun secara sistematis mulai dari konsep dasar hingga penerapan dalam penyelesaian masalah. Penyajian materi juga telah memuat tujuan pembelajaran, indikator

keberhasilan, contoh soal, serta latihan yang mendukung tercapainya kompetensi peserta didik.

Pada aspek kualitas penyajian, validator menyatakan bahwa penyusunan materi telah mampu mendorong peserta didik untuk berpikir secara bertahap melalui aktivitas apersepsi, video pembelajaran, ringkasan materi, diskusi terarah, latihan mandiri, refleksi, dan evaluasi. Urutan penyajian tersebut dinilai mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih terstruktur.

Pada aspek kualitas bahasa, validator menilai bahwa bahasa yang digunakan telah komunikatif, mudah dipahami, serta sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia. Penggunaan istilah-istilah matematika juga telah tepat sehingga tidak menimbulkan penafsiran yang berbeda bagi peserta didik.

Sementara itu, pada aspek kesesuaian AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur, validator memberikan penilaian yang sangat baik. Menurut validator, integrasi AI dalam modul telah sesuai dengan tujuan penelitian karena AI tidak berfungsi sebagai pemberi jawaban secara langsung, melainkan sebagai pendamping belajar yang memberikan pertanyaan pemandu, klarifikasi konsep, petunjuk penyelesaian, dan umpan balik terhadap proses berpikir peserta didik. Selain itu, penyediaan petunjuk penggunaan AI dan contoh *prompt* dinilai mampu mengarahkan peserta didik menggunakan AI secara lebih terstruktur dan sesuai dengan tujuan pembelajaran.

Secara keseluruhan, hasil validasi menunjukkan bahwa modul pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi aspek kelayakan materi dan layak untuk digunakan setelah dilakukan beberapa penyempurnaan berdasarkan saran validator.

c. Hasil Validasi Ahli Media

Setelah modul pembelajaran divalidasi dari aspek materi, tahap berikutnya adalah melakukan validasi media. Validasi ahli media bertujuan menilai tingkat kelayakan modul berdasarkan aspek tampilan, aspek teknis, interaktivitas, kecocokan media dengan pembelajaran, beserta kelayakan modul sebagai media pembelajaran. Hasil validasi ini dimanfaatkan sebagai acuan untuk mengevaluasi kualitas produk media hasil pengembangan sekaligus sebagai acuan dalam melakukan penyempurnaan produk sebelum diujicobakan kepada peserta didik.

Validasi media dilakukan oleh seorang validator yang berasal dari kalangan dosen atau pakar media pembelajaran yang berpengalaman pada bidang teknologi pendidikan dan pengembangan media pembelajaran.

Tabel 4. 6 Identitas Validator Ahli Media

No.	Nama Validator	Jabatan	Bidang Keahlian
1	Dr. Tua Halomoan Harahap, M.Pd.	Dosen Pendidikan Matematika	Ahli Media

Penilaian dilakukan menggunakan instrumen validasi ahli media yang terdiri atas 20 butir pernyataan yang terbagi ke dalam lima aspek penilaian, yaitu kualitas tampilan, kualitas teknis, interaktivitas, kesesuaian media dengan pembelajaran, dan

kelayakan umum. Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert dengan rentang skor 1 sampai 5. Rekapitulasi hasil penilaian ahli media disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Media

No.	Aspek Penilaian	Skor Maksimum	Skor Diperoleh	Persentase	Kategori
1	Kualitas Tampilan	20	19	95,00%	Sangat Layak
2	Kualitas Teknis	25	24	96,00%	Sangat Layak
3	Interaktivitas	15	14	93,33%	Sangat Layak
4	Kesesuaian Media dengan Pembelajaran	10	9	90%	Sangat Layak
5	Kelayakan Umum	30	27	90%	Sangat Layak
	Jumlah	100	93	93,00%	Sangat Layak

Persentase kelayakan media dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$P = \frac{\sum x}{N} \times 100\%$$

Berdasarkan hasil penilaian ahli media diperoleh:

$$P = \frac{93}{100} \times 100\% = 93\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa modul memperoleh persentase kelayakan sebesar **93%**.

Mengacu pada kriteria penilaian kelayakan produk yang digunakan dalam penelitian ini, persentase sebesar 93% termasuk dalam kriteria “Sangat Layak”. Oleh sebab itu, produk modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur dapat dinyatakan layak sebagai media pembelajaran sesudah melalui beberapa penyempurnaan berdasarkan masukan dari para validator.

Berdasarkan penilaian dari validator ahli media pembelajaran, modul mendapatkan hasil yang sangat baik pada semua aspek yang dinilai. Pada aspek kualitas tampilan, validator menilai bahwa desain modul telah memiliki kombinasi warna, jenis huruf, tata letak, serta ilustrasi yang selaras dengan karakteristik peserta didik SMK dan memiliki daya tarik visual. Konsistensi tampilan pada setiap halaman juga dinilai mampu memberikan kenyamanan bagi peserta didik selama menggunakan modul.

Pada aspek kualitas teknis, validator menyatakan bahwa modul mudah diakses melalui berbagai perangkat digital dan memiliki struktur penyajian yang sistematis sehingga memudahkan peserta didik mengikuti setiap tahapan pembelajaran. Selain itu, video pembelajaran yang telah diintegrasikan secara langsung ke dalam halaman *flipbook* dinilai mempermudah peserta didik dalam mengakses materi tanpa harus berpindah ke media lain.

Pada aspek interaktivitas, validator menilai bahwa modul telah mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik melalui penyajian aktivitas belajar yang

beragam, mulai dari apersepsi, penyajian video pembelajaran, diskusi terarah menggunakan AI, latihan mandiri, hingga refleksi. Integrasi AI sebagai *Learning Assistant* juga dinilai mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif karena peserta didik dapat berdiskusi dan memperoleh umpan balik selama proses pembelajaran.

Pada aspek kesesuaian media dengan pembelajaran, validator menyatakan bahwa modul telah sesuai untuk dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran matematika pada bahasan fungsi kuadrat. Penyajian materi, aktivitas pembelajaran, serta pemanfaatan teknologi digital dinilai menciptakan proses belajar yang lebih aktif dengan menempatkan peserta didik sebagai pusat kegiatan belajar dan mampu mendorong berkembangnya kemandirian belajar.

Sementara itu, pada aspek kelayakan umum, validator memberikan penilaian sangat baik terhadap keseluruhan produk. Modul dinilai layak digunakan dalam proses pembelajaran karena memenuhi kriteria pada tampilan, kemudahan dalam penggunaan, interaktivitas, beserta relevansi terhadap kebutuhan pembelajaran abad ke-21. Integrasi AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur juga menjadi salah satu keunggulan modul karena AI dimanfaatkan sebagai pendamping belajar yang membantu peserta didik melalui pertanyaan pemandu, klarifikasi konsep, dan umpan balik, bukan sebagai pemberi jawaban secara langsung.

Secara umum, berdasarkan penilaian validator media dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur

memiliki kualitas media dengan kategori sangat baik serta dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar untuk materi fungsi kuadrat setelah dilakukan penyempurnaan sesuai dengan masukan validator.

d. Revisi Produk Berdasarkan Saran Validator

Setelah melewati tahapan validasi oleh validator materi dan validator media, peneliti memperoleh temuan bahwa modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur telah memenuhi standar kelayakan dan termasuk dalam kriteria "Sangat Layak". Mengacu pada penilaian validasi tersebut, para validator menyatakan bahwa modul dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar dan tidak memberikan saran revisi yang bersifat substansial terhadap isi maupun tampilan modul.

Validator hanya memberikan beberapa masukan yang bersifat umum, seperti mempertahankan konsistensi penyajian materi, menjaga ketelitian dalam penggunaan bahasa, dan memastikan seluruh komponen modul berfungsi dengan baik sebelum digunakan pada tahap implementasi. Masukan tersebut telah menjadi perhatian peneliti dalam melakukan pemeriksaan akhir terhadap produk.

Oleh karena itu, hasil pengembangan dapat dinyatakan siap diterapkan pada tahap implementasi tanpa membutuhkan perbaikan terhadap isi maupun desain modul.

4.1.4. Tahap Implementation

Tahap Implementation menjadi fase penerapan produk hasil pengembangan yang telah memenuhi kriteria kelayakan berdasarkan penilaian validator materi dan validator media. Pada tahapan tersebut, modul matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur diujicobakan pada peserta didik kelas XI RPL 3 dan XI DKV EXC 1 di SMK Tritech Informatika Medan untuk mengetahui keterlaksanaan penggunaan modul, memperoleh respons siswa terhadap modul hasil pengembangan, sekaligus menggambarkan kemandirian belajar peserta didik setelah melaksanakan proses pembelajaran menggunakan modul.

Pelaksanaan uji coba dilakukan setelah seluruh proses revisi berdasarkan masukan validator selesai dilaksanakan sehingga produk yang digunakan telah memenuhi kriteria kelayakan. Selama proses implementasi, peserta didik mengikuti kegiatan belajar melalui modul berdasarkan alur pembelajaran yang sebelumnya telah disusun, yaitu apersepsi, video pembelajaran, ringkasan materi, diskusi terarah menggunakan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur, latihan mandiri, refleksi, dan evaluasi. Sesudah seluruh rangkaian pembelajaran berakhir, peserta didik diminta mengisi angket mengenai respons terhadap modul serta angket kemandirian belajar sebagai bagian dari pengumpulan data penelitian.

a. Pelaksanaan Uji Coba Produk

Pelaksanaan uji coba produk bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai keterlaksanaan penggunaan modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur pada pembelajaran fungsi kuadrat di kelas XI SMK. Uji coba dilakukan sesudah modul memenuhi kriteria kelayakan berdasarkan penilaian validator materi dan validator media.

Uji coba dilakukan kepada siswa kelas XI RPL 3 beserta kelas XI DKV EXC 1 di SMK Tritech Informatika Medan yang berjumlah 27 orang. Kegiatan pembelajaran dilaksanakan pada tanggal 25 Mei 2026 di kelas XI RPL 3 dan XI DKV EC 1 selama empat pertemuan dengan durasi 2 × 45 menit pada setiap pertemuan. Sebelum proses pembelajaran dimulai, peneliti menjelaskan tujuan penggunaan modul, cara mengakses modul digital, beserta petunjuk penggunaan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur selama proses pembelajaran.

Selanjutnya peserta didik mengikuti seluruh rangkaian pembelajaran sesuai dengan sistematika modul. Pembelajaran diawali dengan kegiatan apersepsi untuk menghubungkan pengetahuan awal peserta didik dengan materi fungsi kuadrat. Setelah itu peserta didik menyaksikan video pembelajaran yang telah terintegrasi dalam modul dan mempelajari ringkasan materi sebagai penguatan konsep.

Pada tahap berikutnya peserta didik melakukan kegiatan Diskusi Terarah dengan memanfaatkan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktu*r* menggunakan

petunjuk dan contoh *prompt* yang telah tersedia di dalam modul. Setelah memperoleh pemahaman melalui diskusi, peserta didik mengerjakan latihan mandiri tanpa menggunakan bantuan AI, kemudian melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilalui sebelum menyelesaikan evaluasi pembelajaran.

Pada saat pelaksanaan implementasi, siswa mampu melaksanakan setiap tahapan kegiatan belajar yang terdapat di modul. Integrasi video pembelajaran, aktivitas diskusi bersama AI, latihan mandiri, dan refleksi menciptakan proses belajar yang semakin aktif sehingga siswa tidak sekadar memahami materi, tetapi juga membangun pemahaman konsep melalui tahapan pembelajaran yang telah dirancang dalam modul.

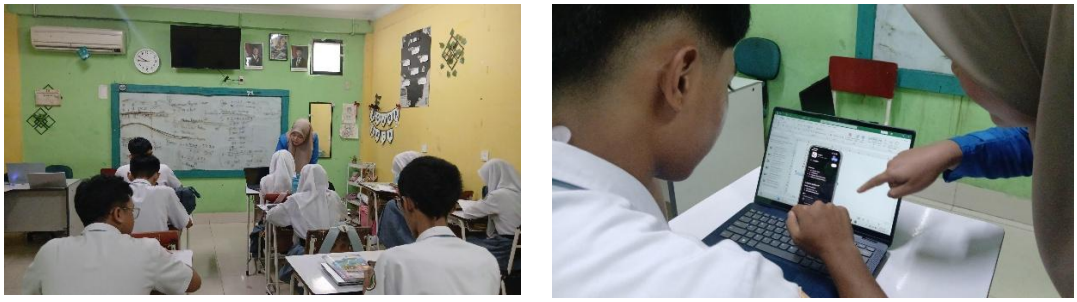
Pada selesainya rangkaian pembelajaran, siswa diminta mengisi angket respons terhadap modul serta angket kemandirian belajar guna mengumpulkan informasi mengenai mutu modul hasil pengembangan dan dampaknya terhadap kemandirian belajar peserta didik.

Tabel 4. 8 Jadwal Pelaksanaan Uji Coba Produk

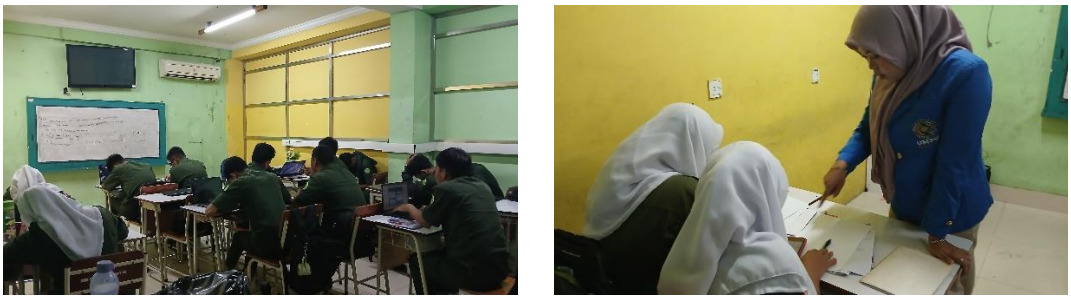
Pertemuan	Hari/Tanggal	Alokasi Waktu	Materi	Aktivitas
I	25 Mei 2026	2 × 45 menit	Pengenalan Fungsi Kuadrat	Menjelaskan tentang modul dan cara penggunaannya, melakukan kegiatan belajar 1 meliputi apersepsi, tujuan pembelajaran, video pembelajaran, ringkasan materi, diskusi terarah menggunakan AI, Latihan, dan refleksi
II	26 Mei 2026	2 × 45 menit	Grafik Fungsi Kuadrat dan Titik Puncak	Melakukan kegiatan belajar 2 meliputi apersepsi, tujuan pembelajaran, video pembelajaran, ringkasan materi, diskusi terarah menggunakan AI, Latihan, dan refleksi
III	1 Juni 2026	2 × 45 menit	Penyelesaian Masalah Fungsi Kuadrat	Kegiatan belajar 3 meliputi apersepsi, tujuan pembelajaran, video pembelajaran, ringkasan materi, diskusi terarah menggunakan AI, Latihan, dan refleksi
IV	2 Juni 2026	2 × 45 menit	Penutupan	evaluasi, pengisian angket respons peserta didik, dan angket kemandirian belajar, pemberian hadiah



Gambar 4. 7 Pelaksanaan Pembelajaran Menggunakan Modul



Gambar 4. 8 Peserta Didik Menggunakan AI sebagai Learning Assistant



Gambar 4. 9 Peserta Didik Mengerjakan Latihan Mandiri

b. Hasil Angket Respons Peserta didik

Sesudah menyelesaikan pembelajaran dengan menggunakan modul, peserta didik diminta mengisi kuesioner respons, yang bertujuan menggambarkan tanggapan mereka mengenai modul pembelajaran yang telah dikembangkan. Penilaian diberikan

terhadap aspek kemudahan penggunaan modul, kejelasan penyajian materi, tampilan dan media pendukung, peran AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur, manfaat modul dalam pembelajaran, serta respons umum peserta didik terhadap penggunaan modul. Rekapitulasi data respons peserta didik ditampilkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Hasil Angket Respons Peserta didik

No.	Aspek	Skor Maksimum	Skor Diperoleh	Persentase	Kategori
1	Kemudahan Penggunaan Modul	405	373	92,09%	Sangat Baik
2	Kejelasan Penyajian Materi	405	364	89,87%	Sangat Baik
3	Tampilan dan Media Pendukung	405	380	93,82%	Sangat Baik
4	Peran AI sebagai Learning Assistant	405	373	92,09%	Sangat Baik
5	Manfaat Modul dalam Pembelajaran	405	372	91,85%	Sangat Baik
6	Respons Umum Peserta didik	405	377	93,08%	Sangat Baik
	Jumlah	2.430	2.239	92,13%	Sangat Baik

$$P = \frac{\sum x}{N} \times 100\%$$

$$P = \frac{2.239}{2.430} \times 100\% = 92{,}13\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai persentase mencapai **92,13%** dan termasuk dalam kriteria **"Sangat Baik"**. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa peserta didik menunjukkan respons yang sangat baik terhadap penggunaan modul pembelajaran yang dikembangkan.

Mengacu pada data kuesioner respons peserta didik diperoleh bahwa secara umum siswa menunjukkan respons yang sangat positif terhadap penggunaan modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa produk modul hasil pengembangan mampu menciptakan proses belajar yang menarik, mudah dipahami, sekaligus mendukung kegiatan belajar matematika secara mandiri.

Pada aspek kemudahan penggunaan modul, peserta didik memberikan penilaian dengan kategori sangat baik. Hal tersebut mengindikasikan bahwa modul mudah diakses serta dioperasikan baik melalui komputer maupun telepon pintar. Petunjuk penggunaan yang disajikan pada bagian awal modul membantu peserta didik memahami langkah-langkah penggunaan modul secara mandiri agar mereka mampu melaksanakan seluruh aktivitas belajar secara lebih efektif.

Pada aspek kejelasan penyajian materi, peserta didik juga memberikan penilaian yang sangat baik. Materi fungsi kuadrat disusun secara sistematis mulai dari penyajian video pembelajaran, ringkasan materi, aktivitas diskusi bersama AI, hingga latihan mandiri sehingga memudahkan peserta didik memahami konsep secara bertahap.

Selanjutnya, pada aspek tampilan dan media pendukung, peserta didik menilai bahwa desain modul menarik, penggunaan warna dan ilustrasi sesuai, serta video pembelajaran yang telah terintegrasi langsung di dalam modul memudahkan mereka mengikuti proses pembelajaran tanpa berpindah ke media lain.

Pada aspek peran AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur, peserta didik memberikan respons yang sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi AI dalam modul mampu membantu peserta didik memahami konsep fungsi kuadrat melalui pertanyaan pemandu, klarifikasi konsep, serta umpan balik terhadap jawaban yang diberikan. Keberadaan contoh *prompt* yang telah disediakan pada setiap aktivitas diskusi juga memudahkan peserta didik dalam berinteraksi dengan AI sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah dirancang.

Dengan demikian, AI tidak dimanfaatkan sebagai pemberi jawaban akhir, melainkan sebagai pendamping belajar yang mengarahkan peserta didik untuk membangun pemahaman melalui proses berpikir yang sistematis. Kondisi tersebut sejalan dengan tujuan pengembangan modul, yaitu menjadikan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur yang mendukung berkembangnya kemampuan berpikir dan kemandirian belajar peserta didik.

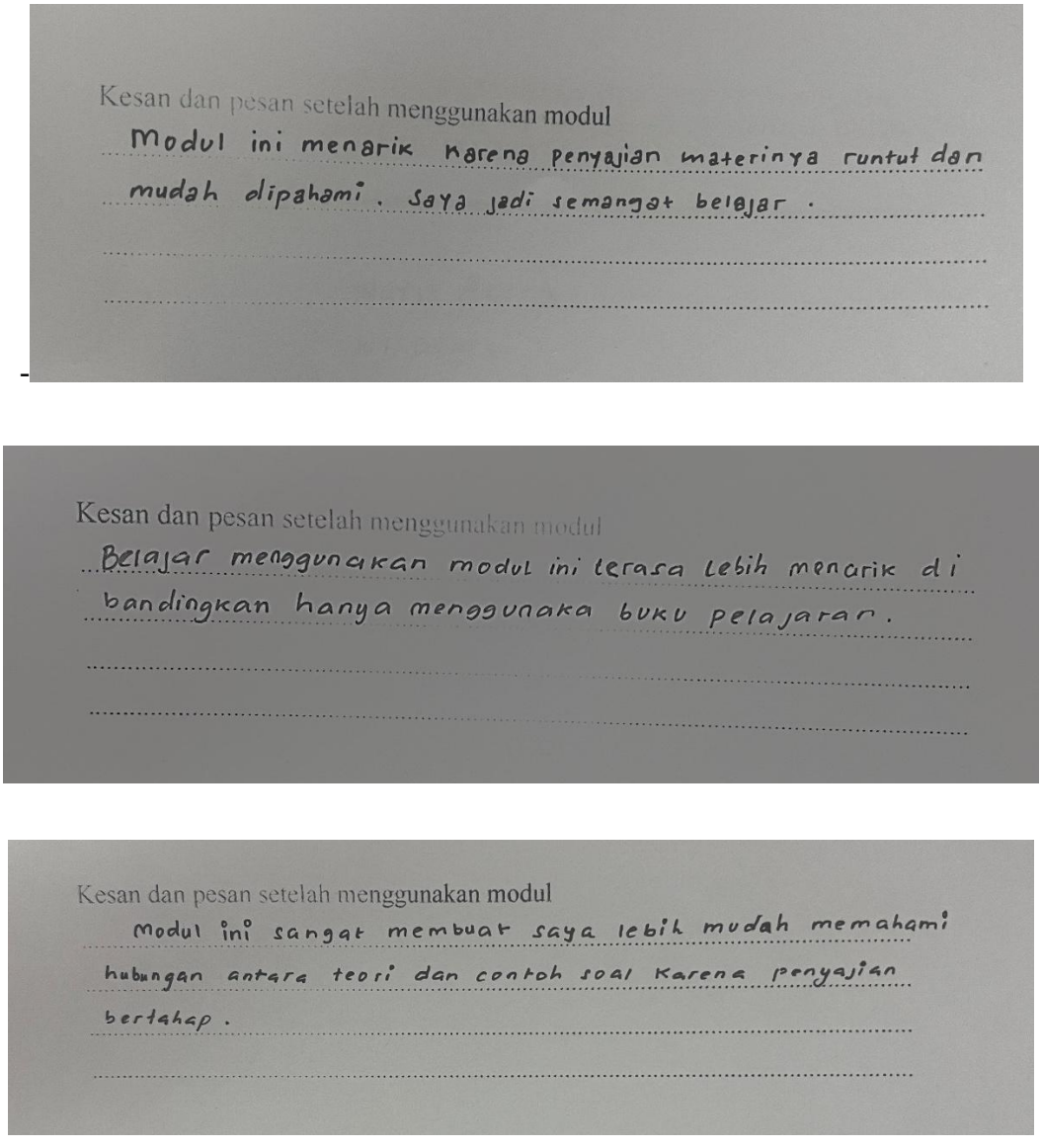
Pada aspek manfaat penggunaan modul dalam pembelajaran, peserta didik juga memberikan penilaian dengan kategori sangat baik. Modul dinilai dapat menghadirkan suasana belajar yang semakin menarik, interaktif, serta tidak membosankan karena memadukan beragam aktivitas pembelajaran, seperti apersepsi, video pembelajaran, ringkasan materi, diskusi terarah menggunakan AI, latihan mandiri, refleksi, hingga evaluasi pembelajaran. Penyusunan aktivitas yang berurutan tersebut memberikan pengalaman belajar yang semakin terstruktur sehingga siswa memperoleh kesempatan untuk membangun pemahaman materi secara bertahap

berdasarkan tingkat kemampuan masing-masing. Selain itu, siswa juga merasa lebih percaya diri dalam mempelajari materi fungsi kuadrat karena modul memberikan berbagai fasilitas belajar yang mendukung proses pemahaman konsep secara mandiri.

Terakhir, pada aspek respons umum peserta didik, hasil penilaian menunjukkan bahwa siswa menunjukkan tanggapan yang sangat baik terhadap produk modul hasil pengembangan. Peserta didik menyatakan modul dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar pada kegiatan belajar matematika serta menarik dimanfaatkan pada materi lain yang memiliki karakteristik serupa. Integrasi AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur dinilai menjadi salah satu keunggulan modul karena memberikan bantuan belajar yang terarah tanpa mengurangi peluang peserta didik dalam berpikir, melakukan analisis, serta menyelesaikan permasalahan secara mandiri. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan AI dalam modul tidak menggantikan peran peserta didik dalam belajar, tetapi berfungsi sebagai pendamping yang membantu mengembangkan proses berpikir selama pembelajaran berlangsung.

Secara keseluruhan, berdasarkan data angket respons peserta didik dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran matematika berbantuan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur mendapatkan respons yang sangat baik dari para peserta didik. Modul dipandang mudah digunakan, memiliki penyajian materi yang jelas, didukung oleh tampilan yang menarik, serta mampu memanfaatkan teknologi AI secara tepat sebagai pendamping belajar. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa modul hasil pengembangan telah mampu memenuhi kebutuhan peserta didik ditinjau dari aspek

isi, tampilan, serta pemanfaatan teknologi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar pada kegiatan pembelajaran matematika di SMK. Berikut disajikan beberapa tanggapan peserta didik selama pelaksanaan uji coba yang ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 4. 10 Kesan dan Pesan Peserta Didik terhadap Modul

c. Hasil Angket Kemandirian Belajar

Untuk mengetahui gambaran kemandirian belajar peserta didik setelah menggunakan modul pembelajaran, peneliti memberikan angket kemandirian belajar yang terdiri atas lima aspek, yaitu perencanaan belajar, pengelolaan belajar, monitoring, evaluasi diri, dan pemanfaatan AI dalam pembelajaran. Hasil pengisian angket disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Rekapitulasi Hasil Angket Kemandirian Belajar

No.	Aspek	Skor Maksimum	Skor Diperoleh	Persentase	Kategori
1	Perencanaan Belajar	270	237	87,77%	Sangat Baik
2	Pengelolaan Belajar	270	246	91,11%	Sangat Baik
3	Monitoring	270	245	90,74%	Sangat Baik
4	Evaluasi Diri	270	237	87,77%	Sangat Baik
5	Pemanfaatan AI	270	247	91,48%	Sangat Baik
	Jumlah	1.350	1.212	89,77%	Sangat Baik

$$P = \frac{\sum x}{N} \times 100\%$$

$$P = \frac{1.212}{1.350} \times 100\% = 89{,}77\%$$

Mengacu pada data angket, nilai persentase mencapai **89,77%** dan termasuk dalam kriteria **"Sangat Baik"**. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan modul pembelajaran berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur mampu mendukung berkembangnya kemampuan belajar mandiri peserta didik.

Hasil angket mengenai kemandirian belajar menunjukkan bahwa siswa memiliki tingkat belajar mandiri yang sangat baik sesudah melaksanakan pembelajaran melalui modul pembelajaran matematika berbantuan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur. Peningkatan tersebut terlihat pada setiap aspek belajar mandiri yang diukur pada penelitian ini, yaitu perencanaan belajar, pengelolaan belajar, monitoring, evaluasi diri, dan pemanfaatan AI. Pembahasan masing-masing aspek dijelaskan sebagai berikut.

Pada aspek perencanaan belajar, peserta didik menunjukkan kemampuan yang baik dalam menentukan tujuan belajar dan menyiapkan strategi belajar sebelum mempelajari materi fungsi kuadrat. Hal tersebut didukung oleh penyajian tujuan pembelajaran, indikator keberhasilan, serta petunjuk penggunaan modul yang membantu peserta didik memahami target pembelajaran yang harus dicapai. Dengan demikian, peserta didik dapat merencanakan proses belajar secara lebih terarah.

Selanjutnya, hasil penilaian pada aspek pengelolaan belajar menunjukkan bahwa peserta didik dapat mengelola waktu belajar serta menentukan strategi belajar berdasarkan kebutuhannya. Struktur modul yang sistematis membantu peserta didik memahami materi secara bertahap berdasarkan kecepatan belajar yang dimiliki masing-masing. Selain itu, keberadaan video pembelajaran, ringkasan materi, dan latihan mandiri memberikan alternatif cara belajar yang dapat dipilih berdasarkan karakteristik setiap peserta didik.

Pada aspek monitoring, peserta didik menunjukkan kemampuan yang baik dalam memantau tingkat pemahaman selama proses pembelajaran. Melalui kegiatan diskusi terarah menggunakan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur, peserta didik dapat mengidentifikasi bagian materi yang belum dipahami dan memperoleh bantuan berupa pertanyaan pemandu maupun klarifikasi konsep. Kondisi tersebut membantu peserta didik lebih menyadari proses berpikirnya selama belajar.

Selanjutnya, aspek evaluasi diri juga mendapatkan hasil penilaian dengan kategori sangat baik. Kegiatan refleksi disajikan di akhir pembelajaran mendorong peserta didik untuk mengevaluasi hasil belajar, mengidentifikasi hambatan belajar yang masih dirasakan, sekaligus menyusun strategi belajar yang lebih baik untuk pertemuan selanjutnya. Aktivitas tersebut membantu peserta didik membangun kebiasaan melakukan evaluasi terhadap proses belajar secara mandiri.

Pada aspek pemanfaatan AI, peserta didik menunjukkan bahwa AI dimanfaatkan sebagai pendamping belajar dalam memahami konsep fungsi kuadrat. Contoh *prompt* yang tersedia di dalam modul membantu peserta didik menggunakan AI secara lebih terarah sehingga AI berfungsi sebagai fasilitator berpikir, bukan sebagai penyedia jawaban akhir. Penggunaan AI dengan pendekatan tersebut mendorong peserta didik untuk tetap aktif berpikir dan menyelesaikan masalah secara mandiri.

Secara keseluruhan, hasil angket kemandirian belajar menunjukkan bahwa penggunaan modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant*

Terstruktur mampu mendukung berkembangnya kemampuan belajar mandiri peserta didik. Kondisi tersebut terlihat melalui kemampuan peserta didik untuk merencanakan, mengelola, memonitor, serta melakukan evaluasi terhadap proses belajarnya sendiri, serta memanfaatkan AI secara bertanggung jawab sebagai pendamping belajar. Temuan ini sejalan dengan tujuan pengembangan modul, yaitu menghasilkan bahan ajar yang selain membantu peserta didik memahami materi fungsi kuadrat, juga mendorong berkembangnya kemampuan belajar mandiri melalui integrasi AI yang terstruktur.

4.1.5. Tahap Evaluation

Tahap Evaluation menjadi tahapan penutup pada model ADDIE yang digunakan untuk mengevaluasi seluruh rangkaian pengembangan modul pembelajaran matematika berbantuan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur. Evaluasi dilakukan guna memastikan produk hasil pengembangan telah sesuai dengan tujuan penelitian, memiliki tingkat kelayakan yang baik, mendapatkan respons yang positif dari peserta didik, serta berkontribusi dalam peningkatan kemandirian belajar peserta didik. Pada tahapan ini dilakukan evaluasi terhadap penilaian validasi ahli, pelaksanaan implementasi produk, serta masukan yang diperoleh selama proses penelitian sebagai dasar dalam penyempurnaan produk akhir.

a. Evaluasi Produk

Evaluasi produk dilakukan secara menyeluruh dengan mempertimbangkan hasil penilaian validator materi, hasil penilaian validator media, hasil implementasi produk, tanggapan peserta didik, beserta data angket kemandirian belajar mandiri. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa modul hasil pengembangan telah memenuhi standar kelayakan untuk digunakan sebagai bahan ajar serta berkontribusi dalam mendukung proses belajar matematika di SMK.

Mengacu pada penilaian validator materi, modul termasuk dalam kriteria "Sangat Layak" sehingga dinilai telah memenuhi komponen kelayakan pada aspek kualitas konten, penyajian materi, penggunaan bahasa, serta kesesuaian integrasi AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur. Demikian pula berdasarkan penilaian validator media dapat diketahui bahwa modul mempunyai mutu tampilan aspek teknis, interaktivitas, serta kesesuaian media dengan hasil penilaian yang sangat baik dan dapat diterapkan dalam kegiatan pembelajaran.

Hasil implementasi produk juga memperlihatkan bahwa peserta didik dapat mengikuti seluruh tahapan pembelajaran yang terdapat di dalam modul dengan baik. Integrasi video pembelajaran, ringkasan materi, aktivitas diskusi terarah menggunakan AI, latihan mandiri, refleksi, dan evaluasi mampu membangun proses belajar yang lebih terarah serta komunikatif. Selama pembelajaran berlangsung, siswa terlihat berpartisipasi mengikuti setiap aktivitas yang disediakan di dalam modul serta mampu memanfaatkan AI sesuai dengan petunjuk yang sudah diberikan.

Di sisi lain, hasil kuesioner siswa memperlihatkan bahwa mereka memberikan respons yang sangat baik terhadap produk yang dikembangkan. Peserta didik mengungkapkan bahwa modul tersebut mudah dioperasikan, menarik, membantu memahami konsep fungsi kuadrat, serta menyediakan pengalaman belajar yang lebih bervariasi dibandingkan kegiatan pembelajaran yang biasa mereka lakukan. Integrasi AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur juga memperoleh penilaian yang sangat baik karena berperan dalam membantu peserta didik memahami konsep tanpa langsung memberikan jawaban akhir.

Hasil angket kemandirian belajar menunjukkan bahwa peserta didik menunjukkan kemampuan belajar mandiri dengan kategori tinggi setelah menggunakan modul. Peserta didik mampu merencanakan kegiatan pembelajaran, mengelola proses belajar, memantau pemahaman, melakukan evaluasi diri, serta memanfaatkan AI sebagai pendamping belajar secara bertanggung jawab. Temuan tersebut menunjukkan bahwa tujuan pengembangan modul untuk mendukung kemandirian peserta didik telah tercapai.

Secara umum, temuan evaluasi memperlihatkan bahwa modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur telah mencapai standar kelayakan dari aspek validitas, kepraktisan, serta mendapatkan respons yang sangat baik dari peserta didik. Dengan demikian, modul dinilai layak digunakan sebagai salah satu bahan ajar pada pembelajaran matematika materi fungsi kuadrat di kelas XI SMK.

b. Revisi Akhir Produk

Setelah seluruh tahapan penelitian selesai dilaksanakan, peneliti melakukan evaluasi akhir terhadap produk berdasarkan hasil validasi ahli dan hasil implementasi di kelas. Revisi akhir dilakukan untuk menyempurnakan modul sehingga produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik sebelum ditetapkan sebagai produk akhir penelitian.

Revisi akhir difokuskan pada penyempurnaan komponen-komponen yang bersifat teknis maupun penyajian, seperti pemeriksaan kembali konsistensi tata letak, penggunaan istilah matematika, kesesuaian penulisan simbol dan rumus, kualitas tampilan gambar, serta ketepatan bahasa yang digunakan dalam modul. Selain itu, peneliti juga memastikan bahwa seluruh video pembelajaran yang terintegrasi di dalam modul dapat diakses dengan baik serta seluruh petunjuk penggunaan AI dan contoh *prompt* dapat dipahami dengan jelas oleh peserta didik.

Apabila selama tahap implementasi terdapat masukan dari peserta didik terkait kenyamanan penggunaan modul, peneliti juga melakukan penyempurnaan terhadap aspek-aspek yang diperlukan tanpa mengubah substansi materi maupun alur pembelajaran yang telah divalidasi oleh para ahli. Penyempurnaan tersebut dilakukan agar modul menjadi lebih mudah digunakan dan memberikan pengalaman belajar yang lebih optimal.

Berdasarkan hasil evaluasi akhir, modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur telah memenuhi tujuan pengembangan dan dinyatakan sebagai produk akhir penelitian. Produk ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu alternatif bahan ajar yang mendukung pembelajaran matematika di SMK, khususnya pada materi fungsi kuadrat, serta mampu membantu peserta didik mengembangkan kemandirian belajar melalui pemanfaatan AI secara terarah dan bertanggung jawab.

Tabel 4. 11 Ringkasan Hasil Evaluasi Pengembangan Modul

Aspek Evaluasi	Hasil	Kategori
Validasi Ahli Materi	81,33%	Sangat Layak
Validasi Ahli Media	93,00%	Sangat Layak
Respons Peserta didik	92,13 %	Sangat Baik
Kemandirian Belajar Peserta didik	89,77%	Sangat Baik
Keputusan Akhir	Modul layak digunakan sebagai bahan ajar	Layak

4.2 Pembahasan Hasil Penelitian

4.2.1. Kelayakan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur

Mengacu pada penilaian dari validator materi dan validator media, produk modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur memperoleh kriteria "Sangat Layak". Temuan tersebut memperlihatkan bahwa modul hasil pengembangan telah memenuhi standar kelayakan produk baik dari aspek

konten, penyajian, kebahasaan, desain tampilan, maupun aspek teknis dan dapat diterapkan sebagai bahan ajar pada pembelajaran matematika topik fungsi kuadrat untuk peserta didik kelas XI SMK.

Dari aspek materi, validator menilai bahwa konten modul telah memenuhi tujuan pembelajaran dan karakteristik siswa SMK, serta materi fungsi kuadrat yang mengacu pada Kurikulum Merdeka. Penyajian materi dilakukan secara sistematis dimulai dari apersepsi, video pembelajaran, ringkasan materi, diskusi terarah Bersama AI, latihan mandiri, refleksi, hingga evaluasi. Urutan penyajian tersebut memudahkan peserta didik mengembangkan pemahaman konsep secara berjenjang agar proses belajar berlangsung terarah.

Sementara itu, dari aspek media, validator memberikan penilaian sangat baik terhadap kualitas tampilan, tata letak, kemudahan penggunaan, interaktivitas, serta integrasi media pendukung di dalam modul. Penyediaan video pembelajaran yang terintegrasi langsung pada halaman modul memfasilitasi peserta didik dalam mengakses materi tanpa harus berpindah ke media lain. Selain itu, penggunaan warna, ilustrasi, tipografi, dan tata letak yang konsisten menjadikan modul lebih menarik serta meningkatkan kenyamanan siswa selama poroses pembelajaran.

Hasil validasi tersebut memperlihatkan bahwa produk hasil pengembangan telah sesuai dengan karakteristik modul yang efektif sebagaimana dikemukakan oleh (Daryanto & Darmiatun, 2013), meliputi aspek *self instructional*, *self-contained, stand alone*, *adaptive*, serta *user friendly*. Produk ini memberikan kesempatan kepada

peserta didik untuk belajar secara mandiri melalui petunjuk penggunaan yang sistematis, tujuan pembelajaran terarah, materi yang komprehensif, latihan, refleksi, dan evaluasi. Seluruh komponen pembelajaran tersedia dalam satu kesatuan modul sehingga peserta didik tidak sepenuhnya bergantung pada sumber pembelajaran tambahan. Selain itu, produk pembelajaran bersifat adaptif karena mengintegrasikan teknologi AI dan video pembelajaran sebagai bagian dari proses belajar, serta mudah digunakan karena menerapkan bahasa yang komunikatif serta tampilan yang sederhana dan mudah dipahami.

Temuan penelitian ini memiliki keterkaitan dengan konsep bahan ajar berdasarkan pendapat (Prastowo, 2015) yang menjelaskan bahwa bahan ajar perlu mendukung proses belajar mandiri peserta didik, memfasilitasi pencapaian kompetensi pembelajaran, serta menghadirkan pengalaman belajar yang bermakna. Produk modul hasil pengembangan berperan sebagai sumber informasi, sekaligus mengarahkan peserta didik melalui serangkaian aktivitas pembelajaran yang tersusun secara sistematis, mulai dari membangun pengetahuan awal hingga melakukan refleksi terhadap proses belajar yang telah dilalui. Dengan demikian, modul memiliki fungsi sebagai media pembelajaran sekaligus pendukung kegiatan belajar yang mendukung keterlibatan aktif siswa.

Temuan penelitian ini juga sejalan dengan penelitian (Maryanti et al., 2021) yang mengembangkan pembelajaran matematika berbasis pendekatan Mengalami, Interaksi, Komunikasi, dan Refleksi (MIKIR). Hasil penelitian tersebut menunjukkan

bahwa pembelajaran matematika yang dirancang secara sistematis mampu menciptakan proses pembelajaran yang lebih aktif serta mendorong keterlibatan peserta didik dalam membangun pemahaman konsep. Persamaannya dengan penelitian ini terletak pada pengembangan pembelajaran matematika yang disusun secara sistematis dan berpusat pada peserta didik. Perbedaannya, penelitian Maryanti et al. berfokus pada penerapan pendekatan MIKIR sebagai strategi pembelajaran, sedangkan penelitian ini mengembangkan modul pembelajaran matematika berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant Terstruktur* yang mengintegrasikan AI ke dalam aktivitas belajar melalui prinsip *scaffolding* dan *self-regulated learning*.

Keunggulan utama modul yang dikembangkan terletak pada integrasi AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur. Berbeda dengan pemanfaatan AI yang umumnya digunakan untuk memperoleh jawaban secara instan, AI dalam penelitian ini dirancang sebagai pendamping belajar yang memberikan pertanyaan pemandu, klarifikasi konsep, petunjuk penyelesaian, dan umpan balik terhadap proses berpikir peserta didik. Perancangan tersebut mengacu pada prinsip *scaffolding*, yaitu pemberian bantuan belajar secara bertahap sesuai kebutuhan peserta didik sehingga mereka tetap menjadi subjek utama dalam membangun pengetahuannya sendiri. Melalui mekanisme tersebut, AI berperan sebagai fasilitator yang mendukung proses berpikir, bukan menggantikan proses tersebut.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Nikmaturrahma et al., 2023) yang menunjukkan bahwa modul pembelajaran yang disusun secara sistematis

memiliki tingkat validitas yang tinggi dan mampu mendukung kemandirian belajar peserta didik. Persamaan penelitian tersebut dengan penelitian ini terletak pada pengembangan modul sebagai bahan ajar yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran mandiri. Namun, penelitian ini memiliki perbedaan yang cukup mendasar karena modul yang dikembangkan telah mengintegrasikan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur sehingga dukungan belajar yang diberikan tidak lagi bersifat statis, melainkan adaptif sesuai kebutuhan peserta didik.

Temuan penelitian ini juga mendukung hasil penelitian (Suryana & Hamsar, 2025) yang menyatakan bahwa pemanfaatan *Artificial Intelligence* dalam pembelajaran berpengaruh terhadap peningkatan *self-regulated learning* dan performa akademik peserta didik. Selain itu, hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Cho & Kim, 2025) yang menjelaskan bahwa AI mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih personal melalui penyediaan umpan balik dan penyesuaian terhadap kebutuhan belajar peserta didik.

Perbedaannya, penelitian sebelumnya lebih berfokus pada penggunaan aplikasi atau platform AI yang telah tersedia, sedangkan penelitian ini mengintegrasikan AI secara langsung ke dalam modul pembelajaran melalui alur pembelajaran yang telah dirancang secara pedagogis. AI tidak digunakan sepanjang proses belajar, tetapi hanya pada tahap diskusi terarah setelah peserta didik memperoleh pemahaman awal melalui video pembelajaran dan ringkasan materi.

Selain itu, hasil penelitian ini juga memperkuat temuan (Nurvicalesti & Ratnasari, 2023) yang menyatakan bahwa *self-regulated learning* memiliki hubungan yang erat dengan keberhasilan belajar matematika. Penelitian tersebut menempatkan kemandirian belajar sebagai faktor penting dalam pembelajaran matematika, sedangkan penelitian ini memberikan kontribusi lebih lanjut dengan menghadirkan modul pembelajaran yang dirancang untuk memfasilitasi berkembangnya kemandirian belajar melalui integrasi AI sebagai pendamping belajar. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menjelaskan pentingnya *self-regulated learning*, tetapi juga menawarkan bentuk implementasi nyata dalam proses pembelajaran.

Hasil penelitian ini juga selaras dengan penelitian (Sholichah & Rahayuningsih, 2025) yang menunjukkan bahwa penerapan *scaffolding* mampu meningkatkan kualitas proses berpikir peserta didik dalam pembelajaran matematika. Persamaannya terletak pada penggunaan bantuan belajar secara bertahap untuk mendukung pemahaman konsep. Namun, pada penelitian tersebut *scaffolding* masih diberikan secara langsung oleh guru di kelas, sedangkan pada penelitian ini bantuan belajar diberikan melalui AI yang berperan sebagai *Learning Assistant* Terstruktur. Dengan demikian, proses pendampingan belajar tidak hanya berlangsung ketika guru mengajar, tetapi juga dapat dilakukan secara mandiri oleh peserta didik saat menggunakan modul.

Berdasarkan hasil validasi, kajian teori, serta perbandingan dengan penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran matematika berbasis AI

sebagai *Learning Assistant* Terstruktur memperoleh kategori Sangat Layak karena telah memenuhi kriteria kelayakan sebagai bahan ajar baik dari aspek materi maupun media. Selain memenuhi karakteristik modul yang baik, produk yang dikembangkan juga memiliki keunggulan berupa integrasi AI yang dirancang secara pedagogis melalui pendekatan *scaffolding* dan didukung oleh penyediaan *prompt* terstruktur.

Keunggulan tersebut menjadi pembeda utama penelitian ini dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya, sehingga modul tidak hanya layak digunakan dalam pembelajaran matematika di SMK, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap pengembangan bahan ajar berbasis AI yang mendukung proses berpikir dan kemandirian belajar peserta didik.

4.2.2. Respons Peserta didik terhadap Modul Pembelajaran

Mengacu pada hasil angket tanggapan siswa pada tahap implementasi, produk pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur memperoleh predikat Sangat Baik. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa produk hasil pengembangan mendapatkan penerimaan yang sangat positif dari siswa, baik dari aspek kemudahan penggunaan, kejelasan penyajian materi, tampilan dan media pendukung, peran AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur, manfaat modul dalam pembelajaran, maupun respons umum terhadap penggunaan modul. Tingginya respons positif tersebut mengindikasikan bahwa modul tidak hanya memenuhi aspek kelayakan untuk digunakan sebagai sumber pembelajaran, melainkan juga berperan

dalam menghadirkan proses belajar yang menarik, interaktif, serta selaras dengan karakteristik siswa SMK.

Tanggapan positif dari peserta didik dipengaruhi oleh karakteristik modul yang disusun secara terstruktur dengan menempatkan peserta didik sebagai pusat kegiatan belajar. Alur pembelajaran dimulai dari kegiatan apersepsi untuk mengaktifkan pengetahuan awal, dilanjutkan dengan penyajian video pembelajaran yang terintegrasi langsung di dalam modul, kemudian ringkasan materi sebagai penguatan konsep, diskusi terarah menggunakan AI, latihan mandiri tanpa bantuan AI, refleksi, evaluasi, hingga rangkuman pembelajaran. Penyusunan aktivitas secara bertahap tersebut membantu peserta didik mengikuti proses pembelajaran dengan lebih mudah sehingga mereka dapat menggunakan modul dengan nyaman selama kegiatan belajar berlangsung.

Selain hal tersebut, desain tampilan modul disusun menarik juga sebagai salah satu unsur yang berkontribusi terhadap tingginya respons peserta didik. Penggunaan kombinasi warna yang proporsional, ilustrasi pendukung materi, tata letak yang konsisten, serta tipografi yang mudah dibaca memberikan kenyamanan selama proses pembelajaran. Integrasi video pembelajaran secara langsung ke dalam halaman modul juga mempermudah peserta didik mengakses materi tanpa harus berpindah ke aplikasi atau media lain. Kondisi tersebut membuat proses belajar menjadi lebih praktis dan mampu menjaga fokus peserta didik selama mengikuti pembelajaran.

Hasil penelitian memperkuat pandangan mengenai teori media belajar sebagaimana disampaikan oleh (Arsyad, 2017) yang menjelaskan bahwa media berfungsi sebagai sarana dalam menyampaikan informasi pembelajaran sehingga dapat meningkatkan perhatian dan minat, serta partisipasi aktif peserta didik selama kegiatan belajar. Media yang dirancang secara efektif akan membantu siswa memahami materi secara lebih mudah karena informasi disajikan melalui berbagai bentuk representasi, seperti teks, gambar, ilustrasi, maupun video. Pada penelitian ini, modul tidak sekadar memuat isi tertulis, melainkan juga mengintegrasikan video pembelajaran, aktivitas diskusi, serta AI sebagai pendamping belajar sehingga proses pembelajaran menjadi lebih interaktif dibandingkan penggunaan modul cetak konvensional.

Berdasarkan pendapat (Uno, 2021), motivasi dalam belajar merupakan faktor pendorong yang berasal dari dalam maupun luar diri peserta didik untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran demi mencapai sasaran pembelajaran. Dalam konteks penelitian ini, motivasi belajar didukung oleh pemanfaatan media pembelajaran yang mampu meningkatkan ketertarikan, keterlibatan, serta menghadirkan pengalaman belajar yang bermakna, sebagaimana dijelaskan oleh (Arsyad, 2017) mengenai fungsi media pembelajaran.

Modul hasil pengembangan menyediakan berbagai kesempatan bagi peserta didik untuk mengikuti proses belajar melalui berbagai aktivitas yang saling berkaitan, sehingga pembelajaran tidak sekadar berfokus pada penyampaian materi, melainkan

juga mengajak peserta didik berpartisipasi aktif dalam mengonstruksi pengetahuannya sendiri. Keberadaan video pembelajaran, diskusi bersama AI, latihan mandiri, dan refleksi menjadikan proses belajar lebih bervariasi sehingga mampu menjaga antusiasme serta motivasi belajar peserta didik sepanjang kegiatan pembelajaran.

Salah satu aspek yang memperoleh respons sangat baik adalah pemanfaatan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur. Peserta didik menilai bahwa AI membantu mereka memahami konsep fungsi kuadrat melalui pertanyaan pemandu, klarifikasi konsep, serta umpan balik terhadap jawaban yang diberikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa AI yang diintegrasikan ke dalam modul telah berfungsi sesuai dengan tujuan pengembangannya, yaitu sebagai pendamping belajar, bukan sebagai penyedia jawaban instan. Penyediaan contoh *prompt* pada aktivitas diskusi juga membantu peserta didik berinteraksi dengan AI secara lebih terarah sehingga mereka tetap berperan aktif dalam menemukan penyelesaian suatu permasalahan.

Temuan penelitian ini didukung oleh penelitian (Cho & Kim, 2025) dengan hasil bahwa penerapan AI pada proses pembelajaran dapat menghadirkan pengalaman belajar secara adaptif dan personal melalui pemberian umpan balik sesuai karakteristik serta kebutuhan belajar peserta didik. Persamaan antara penelitian tersebut dengan penelitian ini terletak pada penggunaan AI sebagai teknologi pendukung proses pembelajaran secara aktif.

Namun, penelitian ini memiliki perbedaan karena AI tidak digunakan secara bebas oleh peserta didik, melainkan telah diintegrasikan ke dalam modul melalui alur pembelajaran yang terstruktur dan didukung oleh penyediaan *prompt* yang dirancang oleh peneliti. Dengan demikian, penggunaan AI tetap berada dalam koridor tujuan pembelajaran dan tidak mengurangi kesempatan peserta didik untuk berpikir secara mandiri.

Hasil penelitian ini memiliki kesesuaian dengan penelitian (Nikmaturrahma et al., 2023) yang mengemukakan bahwa modul yang dikembangkan secara terstruktur mendapatkan tanggapan positif dari siswa karena mampu meningkatkan keterlibatan mereka selama kegiatan belajar. Kesamaan antara penelitian tersebut dan penelitian ini terletak pada penggunaan modul sebagai bahan ajar yang memfasilitasi pembelajaran mandiri. Akan tetapi, penelitian ini memiliki inovasi berupa integrasi AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur, sehingga peserta didik memperoleh materi pembelajaran sekaligus memperoleh pendampingan belajar melalui aktivitas diskusi yang dirancang secara khusus di dalam modul.

Di samping itu, temuan dalam penelitian ini memperkuat hasil penelitian (Suryana & Hamsar, 2025) yang menjelaskan bahwa penerapan AI pada proses pembelajaran dapat meningkatkan partisipasi siswa serta mendorong berkembangnya *self-regulated learning*. Dalam penelitian ini, partisipasi peserta didik tercermin dari tingginya tanggapan terhadap aktivitas diskusi bersama AI, latihan mandiri, serta refleksi belajar. Peserta didik berperan aktif dalam mengeksplorasi konsep,

mengajukan pertanyaan kepada AI, dan mengevaluasi pemahamannya melalui aktivitas refleksi yang terdapat di dalam modul.

Ketertarikan peserta didik menggunakan modul juga dipengaruhi oleh karakteristik produk yang memiliki ciri khas dibandingkan bahan ajar yang selama ini digunakan. Pada umumnya pembelajaran matematika lebih banyak memanfaatkan buku teks serta penjelasan guru di kelas. Sementara itu, modul yang dikembangkan menghadirkan pengalaman belajar yang lebih bervariasi dengan memadukan media video pembelajaran, aktivitas diskusi menggunakan AI, latihan mandiri, dan refleksi dalam satu kesatuan pembelajaran. Seluruh aktivitas tersebut disusun secara berurutan agar peserta didik memperoleh proses belajar yang lebih sistematis serta memahami konsep secara bertahap, bukan sekadar berorientasi pada hasil akhir.

Mengacu pada keseluruhan hasil penelitian serta kajian teori, dapat dinyatakan bahwa respons peserta didik yang sangat baik terhadap modul dipengaruhi oleh kualitas isi modul, penyajian materi secara terstruktur, desain tampilan yang menarik, kemudahan penggunaan, serta pemanfaatan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur yang memberikan pengalaman belajar baru bagi peserta didik. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa produk hasil pengembangan layak dimanfaatkan sebagai bahan ajar matematika di SMK, serta berkontribusi dalam meningkatkan partisipasi aktif peserta didik selama proses pembelajaran melalui pemanfaatan teknologi yang dirancang secara pedagogis.

4.2.3. Kemandirian Belajar Peserta didik setelah Menggunakan Modul

Mengacu pada data angket kemandirian belajar yang diberikan kepada siswa setelah penggunaan modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur, diperoleh predikat Sangat Baik. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa modul hasil pengembangan dapat mendukung berkembangnya kemandirian siswa selama kegiatan pembelajaran materi fungsi kuadrat. Tingkat kemandirian belajar siswa tercermin dari kemampuan mereka dalam merencanakan kegiatan belajar, mengelola proses belajar secara mandiri, memantau pemahaman terhadap materi, melakukan evaluasi diri, serta memanfaatkan AI secara bertanggung jawab sebagai pendamping belajar.

Hasil tersebut mengindikasikan bahwa siswa mampu mengikuti seluruh rangkaian kegiatan belajar secara mandiri sesuai dengan alur yang terdapat dalam modul. Peserta didik memanfaatkan AI sesuai petunjuk yang tersedia, mengerjakan latihan mandiri tanpa bantuan AI, kemudian melaksanakan refleksi mengenai proses pembelajaran yang telah berlangsung. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa rancangan aktivitas belajar dalam modul dapat mendorong peserta didik berpartisipasi secara aktif dalam mengelola kegiatan belajarnya sendiri.

Kemandirian belajar merupakan salah satu kemampuan yang sangat penting dalam pembelajaran abad ke-21 karena memungkinkan peserta didik bertanggung jawab terhadap proses belajarnya sendiri. Menurut (Desmita, 2017), kemandirian merupakan kemampuan individu untuk bertindak dan bertanggung jawab terhadap

dirinya sendiri tanpa bergantung sepenuhnya kepada orang lain. Dalam konteks pembelajaran, karakteristik tersebut tercermin pada kemampuan peserta didik untuk mengelola aktivitas belajarnya secara mandiri.

Sejalan dengan pendapat tersebut (Zimmerman, 2002), mengemukakan bahwa peserta didik yang memiliki *self-regulated learning* mampu merancang tujuan belajarnya, menentukan strategi pembelajaran yang tepat, memonitor perkembangan belajar, serta melakukan penilaian terhadap capaian yang telah diperoleh. Berdasarkan hasil penelitian ini, karakteristik tersebut mulai terlihat pada siswa sesudah memanfaatkan produk modul hasil pengembangan.

Hal ini diperkuat oleh rancangan modul yang memungkinkan peserta didik mengelola kegiatan belajarnya sendiri. Sebelum mempelajari materi, peserta didik diarahkan melalui kegiatan apersepsi untuk mengaktifkan pengetahuan awal. Selanjutnya, peserta didik mempelajari video pembelajaran dan ringkasan materi secara mandiri sebelum memasuki aktivitas diskusi menggunakan AI. Setelah memperoleh bantuan belajar melalui AI, peserta didik tetap diminta mengerjakan latihan mandiri tanpa menggunakan AI, kemudian melakukan refleksi terhadap proses belajar yang telah dilalui. Rangkaian aktivitas tersebut memungkinkan peserta didik mengontrol kegiatan belajar secara bertahap sehingga pada akhirnya kemandirian peserta didik dapat berkembang selama pembelajaran berlangsung.

Berbeda dengan pemanfaatan AI yang umumnya digunakan sejak awal untuk memperoleh informasi atau jawaban, dalam modul yang dikembangkan AI baru

digunakan setelah peserta didik memperoleh pengetahuan awal melalui video pembelajaran dan ringkasan materi. Dengan demikian, AI berfungsi sebagai pendamping dalam memperdalam pemahaman konsep, bukan sebagai sumber utama belajar. Rancangan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan AI ditempatkan pada tahapan yang telah direncanakan dalam alur pembelajaran sehingga peserta didik tetap membangun pemahaman konsep secara mandiri sebelum memperoleh bantuan dari AI.

Temuan penelitian ini juga dapat dijelaskan melalui teori *Self-Regulated Learning* yang dikemukakan oleh (Zimmerman, 2002). Menurut Zimmerman, peserta didik yang memiliki kemampuan *self-regulated learning* akan melalui tiga tahapan utama, yaitu tahap perencanaan (*forethought*), tahap pelaksanaan dan monitoring (*performance*), serta tahap refleksi (*self-reflection*). Ketiga tahapan tersebut tercermin pada setiap aktivitas pembelajaran yang disusun dalam modul.

Tahap perencanaan diwujudkan melalui penyajian tujuan pembelajaran, indikator keberhasilan, serta kegiatan apersepsi yang membantu peserta didik mempersiapkan proses belajar. Tahap pelaksanaan terlihat ketika peserta didik mempelajari video pembelajaran, membaca ringkasan materi, melakukan diskusi bersama AI, serta mengerjakan latihan mandiri. Selanjutnya, tahap refleksi diwujudkan melalui kegiatan refleksi yang terdapat pada bagian akhir modul sehingga peserta didik dapat mengevaluasi pemahaman, kesulitan, dan strategi belajar yang telah digunakan.

Selain didukung oleh teori *Self-Regulated Learning*, hasil penelitian ini juga memperlihatkan penerapan prinsip *scaffolding* yang berlandaskan teori *Zone of Proximal Development* (ZPD) yang dikemukakan oleh (Vygotsky & Cole, 1978). Dalam teori tersebut dijelaskan bahwa peserta didik memerlukan bantuan belajar pada tahap awal hingga akhirnya mampu menyelesaikan tugas secara mandiri. Prinsip tersebut diterapkan dalam modul melalui penyajian bantuan belajar secara bertahap.

Bantuan tidak langsung diberikan dalam bentuk jawaban, melainkan dimulai melalui video pembelajaran, ringkasan materi, pertanyaan apersepsi, aktivitas diskusi bersama AI, hingga aktivitas diskusi menggunakan AI, latihan mandiri tanpa bantuan AI, dan kegiatan refleksi. Dengan demikian, bantuan belajar secara perlahan dikurangi sehingga peserta didik memperoleh kesempatan untuk menyelesaikan permasalahan secara mandiri sesuai dengan perkembangan pemahamannya.

Implementasi prinsip *scaffolding* dalam penelitian ini semakin diperkuat melalui pemanfaatan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur. AI tidak dirancang sebagai pengganti guru maupun sebagai penyedia jawaban akhir, tetapi sebagai pendamping belajar yang memberikan pertanyaan pemandu, klarifikasi konsep, petunjuk penyelesaian, serta respons terhadap hasil kerja peserta didik. Dengan rancangan tersebut, AI berperan sebagai pendamping pembelajaran yang membantu peserta didik memahami materi melalui proses berpikir yang sistematis tanpa mengambil alih peran guru maupun proses penyelesaian masalah oleh peserta didik.

Keberadaan contoh *prompt* yang telah disediakan di dalam modul juga membantu peserta didik berinteraksi dengan AI secara lebih terarah. Dengan demikian, proses belajar tetap berpusat pada peserta didik karena mereka tetap harus berpikir, menganalisis, dan menyusun penyelesaian masalah secara mandiri. Peran AI dalam penelitian ini lebih menekankan pada pemberian bantuan belajar melalui pertanyaan pemandu, klarifikasi konsep, petunjuk penyelesaian, dan umpan balik berdasarkan interaksi peserta didik dibandingkan pemberian solusi secara langsung.

Hasil penelitian ini memiliki kesesuaian dengan penelitian (Suryana & Hamsar, 2025) yang mengemukakan bahwa pemanfaatan AI dalam pembelajaran memberikan pengaruh positif dalam mendukung perkembangan *self-regulated learning* peserta didik. Dalam penelitian tersebut, AI membantu peserta didik mengatur proses belajar, memperoleh umpan balik, serta meningkatkan keterlibatan mereka selama pembelajaran.

Kesamaan antara penelitian tersebut dan penelitian ini terdapat pada pemanfaatan AI sebagai teknologi yang mendukung berkembangnya kemandirian belajar. Di sisi lain, penelitian ini memiliki karakteristik yang berbeda karena AI bukan digunakan sebagai aplikasi yang berdiri sendiri, melainkan telah diintegrasikan ke dalam modul pembelajaran melalui alur pembelajaran yang sistematis. Dengan demikian, penggunaan AI menjadi bagian dari strategi pembelajaran, bukan sekadar alat bantu pencarian informasi.

Temuan penelitian ini juga mendukung hasil penelitian (Cho & Kim, 2025) yang mengemukakan bahwa AI dapat menghadirkan pengalaman belajar yang semakin personal melalui penyediaan umpan balik sesuai dengan kebutuhan setiap peserta didik. Dalam penelitian ini, karakteristik tersebut tercermin melalui aktivitas diskusi terarah yang memungkinkan setiap peserta didik memperoleh bantuan belajar sesuai pertanyaan yang diajukan kepada AI. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keunggulan karena interaksi peserta didik dengan AI telah diarahkan menggunakan *prompt* yang disusun oleh peneliti sehingga pemanfaatan AI tetap sesuai dengan tujuan pembelajaran matematika.

Di samping itu, temuan penelitian ini mendukung hasil penelitian (Nurvicalesti & Ratnasari, 2023) yang mengemukakan bahwa *self-regulated learning* memiliki peran strategis dalam mendukung pencapaian belajar matematika. Penelitian tersebut menyoroti pentingnya kemampuan peserta didik untuk merencanakan, mengelola, memonitor, dan mengevaluasi proses belajar secara mandiri. Penelitian ini memberikan nilai tambah karena selain menegaskan pentingnya kemandirian belajar, penelitian ini juga menghadirkan sebuah produk pembelajaran yang secara nyata dirancang untuk memfasilitasi berkembangnya kemampuan tersebut melalui integrasi AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur.

Temuan penelitian ini juga sejalan dengan penelitian (Sholichah & Rahayuningsih, 2025) yang menunjukkan bahwa penerapan *scaffolding* mampu meningkatkan kualitas proses berpikir peserta didik dalam pembelajaran matematika.

Persamaannya terletak pada pemberian bantuan belajar secara bertahap agar peserta didik mampu menyelesaikan masalah secara mandiri. Akan tetapi, penelitian ini memiliki perbedaan karena proses *scaffolding* tidak hanya dilakukan oleh guru, melainkan juga difasilitasi oleh AI yang telah dirancang sebagai *Learning Assistant*. Dengan demikian, peserta didik tetap memperoleh bantuan belajar meskipun sedang belajar secara mandiri menggunakan modul.

Berdasarkan keseluruhan hasil penelitian, kajian teori, serta perbandingan dengan berbagai penelitian sebelumnya, dapat dinyatakan bahwa modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur mampu memfasilitasi berkembangnya kemandirian peserta didik. Kondisi tersebut tercermin melalui kemampuan peserta didik dalam mengelola proses belajar, memanfaatkan bantuan AI secara bertanggung jawab, serta menyelesaikan latihan secara mandiri setelah memperoleh bantuan belajar yang bersifat bertahap.

Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi AI yang dirancang berdasarkan prinsip *scaffolding* dan *Self-Regulated Learning* merupakan inovasi dalam pengembangan bahan ajar matematika yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan materi, tetapi juga memfasilitasi peserta didik untuk belajar secara lebih mandiri melalui penggunaan AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur.

4.2.4. Keunggulan dan Keterbatasan Produk

Berdasarkan seluruh tahapan pengembangan, validasi, implementasi, dan evaluasi yang telah dilakukan, modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur memiliki beberapa keunggulan yang menjadi nilai tambah dibandingkan bahan ajar konvensional maupun beberapa penelitian pengembangan sebelumnya. Di samping itu, produk yang dikembangkan juga masih memiliki beberapa keterbatasan yang perlu menjadi perhatian dalam pengembangan selanjutnya.

Salah satu keunggulan utama modul ini adalah integrasi AI yang dirancang secara terstruktur ke dalam alur pembelajaran. Berbeda dengan penggunaan AI yang umumnya dimanfaatkan secara bebas oleh peserta didik untuk mencari jawaban atau penjelasan materi, pada penelitian ini AI hanya digunakan pada tahap diskusi terarah yang telah dirancang di dalam modul. Peserta didik diarahkan untuk memanfaatkan AI setelah mempelajari video pembelajaran dan ringkasan materi, sehingga AI berfungsi sebagai pendamping belajar yang membantu memperdalam pemahaman konsep, bukan sebagai sumber belajar utama. Perancangan tersebut menjadikan penggunaan AI tetap berada dalam koridor tujuan pembelajaran serta mendukung berkembangnya kemampuan berpikir peserta didik.

Keunggulan berikutnya adalah penyediaan contoh *prompt* yang telah disusun oleh peneliti pada setiap aktivitas diskusi bersama AI. Keberadaan *prompt* tersebut membantu peserta didik menggunakan AI sesuai dengan tujuan pembelajaran. Peserta didik tidak perlu menyusun pertanyaan dari awal karena modul telah menyediakan

contoh pertanyaan yang mengarahkan AI untuk memberikan petunjuk, pertanyaan pemandu, klarifikasi konsep, dan umpan balik terhadap jawaban peserta didik. Dengan demikian, interaksi antara peserta didik dan AI berlangsung lebih terarah serta mengurangi kecenderungan penggunaan AI hanya untuk memperoleh jawaban akhir.

Dari aspek penyajian media, modul ini juga memiliki keunggulan berupa integrasi video pembelajaran secara langsung ke dalam halaman modul. Berbeda dengan banyak modul digital yang masih menggunakan *barcode* atau tautan eksternal, video pembelajaran pada modul ini dapat diputar langsung tanpa peserta didik harus memindai kode atau berpindah ke media lain. Integrasi tersebut memberikan pengalaman belajar yang lebih praktis, menjaga kesinambungan aktivitas belajar, serta memudahkan peserta didik dalam memahami materi fungsi kuadrat.

Keunggulan lain terletak pada penyusunan alur pembelajaran yang sistematis. Modul dirancang mengikuti tahapan pembelajaran yang dimulai dari apersepsi, penyajian video pembelajaran, ringkasan materi, diskusi terarah bersama AI, latihan mandiri tanpa bantuan AI, refleksi, evaluasi, rangkuman, hingga tindak lanjut. Urutan tersebut disusun berdasarkan prinsip *scaffolding*, yaitu pemberian bantuan belajar secara bertahap sehingga peserta didik memperoleh dukungan belajar pada tahap awal dan secara perlahan mampu menyelesaikan permasalahan secara mandiri. Penyediaan latihan mandiri tanpa bantuan AI setelah kegiatan diskusi juga menjadi

salah satu bentuk implementasi prinsip tersebut karena peserta didik diberi kesempatan untuk mengukur kemampuan yang telah diperoleh tanpa bergantung pada bantuan teknologi.

Selain itu, modul menyediakan kegiatan refleksi pada akhir proses pembelajaran. Kegiatan refleksi membantu peserta didik menilai tingkat pemahamannya, mengidentifikasi kesulitan belajar, sekaligus menilai strategi pembelajaran yang sudah digunakan. Keberadaan refleksi merupakan bagian yang berperan dalam memfasilitasi perkembangan kemandirian belajar karena peserta didik bukan sekadar berfokus pada hasil belajar, melainkan juga pada tahapan belajar yang telah dijalani.

Keunggulan lainnya adalah bahwa AI tidak berfungsi sebagai pemberi jawaban akhir, melainkan sebagai *Learning Assistant* yang memberikan bantuan belajar secara bertahap. Konsep ini menjadi pembeda utama penelitian dibandingkan berbagai penelitian sebelumnya yang umumnya memanfaatkan AI sebagai media pencarian informasi atau penyelesaian soal secara langsung. Dalam penelitian ini, peserta didik tetap dituntut berpikir secara mandiri karena AI hanya memberikan arahan dan umpan balik terhadap proses penyelesaian masalah.

Produk yang dikembangkan juga telah disesuaikan dengan ketentuan Kurikulum Merdeka yang mengedepankan pembelajaran berorientasi pada peserta didik, pemanfaatan teknologi digital, penguatan kemampuan berpikir kritis, serta pengembangan sikap belajar mandiri. Penyusunan tujuan pembelajaran, aktivitas

belajar, pemanfaatan media digital, dan integrasi AI dalam modul dirancang agar selaras dengan arah pembelajaran yang diterapkan pada Kurikulum Merdeka.

Meskipun demikian, modul yang dikembangkan masih memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, materi yang dikembangkan masih terbatas pada fungsi kuadrat, sehingga efektivitas penerapan konsep AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur untuk topik matematika yang berbeda masih belum dapat dibuktikan. Dengan demikian, diperlukan studi lanjutan guna mengembangkan modul serupa pada topik matematika yang berbeda.

Kedua, penelitian ini hanya dilaksanakan pada peserta didik kelas XI SMK, sehingga karakteristik pengguna produk masih terbatas pada jenjang dan konteks tersebut. Penerapan modul pada jenjang pendidikan lain atau pada karakteristik peserta didik yang berbeda masih memerlukan pengujian lebih lanjut untuk mengetahui tingkat kesesuaian dan efektivitasnya.

Ketiga, penggunaan AI dalam modul masih memerlukan koneksi internet ketika peserta didik melakukan aktivitas diskusi. Kondisi tersebut dapat menjadi kendala apabila pembelajaran dilaksanakan di lingkungan yang memiliki keterbatasan akses internet atau perangkat digital.

Keempat, studi ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan fokus pada proses pengembangan produk hingga tahap implementasi dan evaluasi kelayakan. Oleh karena itu, penelitian ini belum mengkaji secara mendalam

efektivitas penggunaan modul terhadap peningkatan hasil belajar melalui desain eksperimen atau perbandingan dengan kelas kontrol. Penelitian berikutnya dapat melanjutkan pengembangan produk melalui pelaksanaan uji efektivitas menggunakan metode eksperimen sehingga pengaruh modul terhadap hasil belajar maupun peningkatan kemandirian belajar dapat dianalisis secara lebih komprehensif.

Keterbatasan lainnya adalah bahwa pemanfaatan AI dalam modul masih bergantung pada platform AI yang digunakan oleh peserta didik. Perbedaan kemampuan, pembaruan sistem, maupun kebijakan dari masing-masing platform AI dapat memengaruhi bentuk respons yang diterima peserta didik selama proses diskusi. Oleh karena itu, penggunaan AI dalam modul tetap memerlukan pendampingan guru agar proses pembelajaran berlangsung sesuai dengan tujuan yang telah dirancang.

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan, dapat ditegaskan bahwa modul pembelajaran matematika berbasis AI sebagai *Learning Assistant* Terstruktur memiliki keunggulan dalam mendukung pembelajaran yang interaktif, sistematis, serta mendukung pengembangan kemandirian siswa. Meskipun masih terdapat beberapa keterbatasan, modul hasil pengembangan telah memenuhi tujuan penelitian dan diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan bahan ajar berbasis AI untuk materi maupun tingkat pendidikan yang lebih luas. mengembangkan modul sejenis pada berbagai materi, tingkat pendidikan, maupun konteks pembelajaran yang lebih beragam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Mengacu pada hasil penelitian serta proses pengembangan modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence sebagai *Learning Assistant* Terstruktur dengan materi fungsi kuadrat untuk peserta didik kelas XI SMK menggunakan model ADDIE, diperoleh beberapa simpulan berikut.

1. Kelayakan modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence sebagai Learning Assistant Terstruktur berdasarkan hasil validasi ahli materi memperoleh persentase sebesar **81,33%** dan validasi ahli media sebesar **93,00%**. Kedua hasil tersebut berada pada kategori **Sangat Layak**, sehingga modul yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar matematika pada materi fungsi kuadrat kelas XI SMK.
2. Respons peserta didik terhadap modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence sebagai Learning Assistant Terstruktur memperoleh persentase sebesar **92,13%** dengan kategori **Sangat Baik**. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta didik memberikan tanggapan yang sangat positif terhadap penggunaan modul, baik dari aspek kemudahan, kejelasan, tampilan dan media, peran Artificial Intelligence, maupun manfaat modul dalam pembelajaran.

3. Kemandirian belajar peserta didik setelah menggunakan modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence sebagai Learning Assistant Terstruktur memperoleh persentase sebesar **89,77%** dengan kategori **Sangat Baik**. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta didik memiliki tingkat kemandirian belajar yang sangat baik setelah mengikuti pembelajaran menggunakan modul, yang tercermin melalui kemampuan merencanakan, mengelola, memonitor, dan mengevaluasi proses belajar, serta memanfaatkan Artificial Intelligence secara bertanggung jawab sebagai pendamping belajar.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian serta pengembangan yang telah dilakukan, peneliti memberikan saran kepada beberapa pihak sebagai berikut.

1. Bagi Guru Matematika

   Guru matematika diharapkan dapat memanfaatkan modul pembelajaran berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur sebagai alternatif media pembelajaran untuk materi fungsi kuadrat maupun materi lainnya. Dalam penggunaannya, guru perlu memberikan pendampingan kepada peserta didik mengenai etika dan cara memanfaatkan *Artificial Intelligence* secara bertanggung jawab agar AI digunakan sebagai pendamping belajar, bukan sebagai sarana memperoleh jawaban secara instan.

2. Bagi Peserta Didik

   Peserta didik disarankan menggunakan modul sesuai dengan alur pembelajaran yang telah dirancang, yaitu mempelajari video pembelajaran dan ringkasan materi terlebih dahulu sebelum memanfaatkan *Artificial Intelligence* pada kegiatan diskusi terarah. Selain itu, peserta didik diharapkan tetap mengerjakan latihan mandiri tanpa bantuan AI serta melakukan refleksi terhadap proses belajar agar kemandirian belajar dapat berkembang secara optimal.

3. Bagi Sekolah

   Sekolah disarankan mengoptimalkan penerapan teknologi digital pada kegiatan pembelajaran melalui penyediaan sarana yang memadai, misalnya akses jaringan yang stabil serta perangkat pendukung pembelajaran. Dukungan tersebut diharapkan dapat membantu guru dalam mengimplementasikan bahan ajar berbasis *Artificial Intelligence* secara efektif di lingkungan sekolah.

4. Bagi Peneliti Selanjutnya

   Penelitian ini terbatas pada materi fungsi kuadrat kelas XI SMK dan berfokus pada pengembangan produk. Peneliti selanjutnya disarankan mengembangkan produk sejenis pada materi atau jenjang berbeda serta menguji efektivitas modul terhadap hasil belajar dan kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui desain eksperimen.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, A. (2017). *Media Pembelajaran* (Ke-20 (ed.)). Rajawali Pers.

Aulia Firdaus, S., Kurniasari Rahmawati, N., & Zuhriyah, A. (2021). *Kemandirian Belajar Peserta Didik dalam Pembelajaran Matematika melalui Metode Pembelajaran Daring*. 207–213.

Cho, M. K., & Kim, S. (2025). Analyzing AI-based educational platforms for supporting personalized mathematics learning. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, *20*(4).

Corte, D. E. (2012). Constructive, Self-Regulated, Situated, and Collaborative Learning: An Approach for the Acquisition of Adaptive Competence. *Journal of Education*, *192*(3), 33–47.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications.

Daryanto, D., & Darmiatun, S. (2013). *Menyusun modul: bahan ajar untuk persiapan guru dalam memngajar*. Gava Media.

Desmita, D. (2017). *Psikologi perkembangan peserta didik : panduan bagi orang tua dan guru dalam memahami psikologi anak usia SD, SMP, dan SMA*. PT Remaja Rosdakarya.

Garrison, D. R. (2017). *E-learning in the 21st century: A community of inquiry framework for research and practice*. Routledge.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning.* Center for Curriculum Redesign.

Knowles, M. S., Holton III, E. F., & Swanson, R. A. (2015). *The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development*. Routledge.

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education.* London: Pearson.

Maryanti, I., ’Afifah, N., Nasution, I. S., & Wahyuni, S. (2021). Pengembangan Pembelajaran Matematika Berbasis Pendekatan Pembelajaran Mengalami Interaksi Komunikasi dan Refleksi (MIKIR). *JURNAL BASICEDU*, *5*(6), 6385–

6400.

Mayer, R. E. (2021). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.

National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to Actions Principles to Actions Ensuring Mathematical Success for All*. The National Council of Teachers of Mathematics.

Nikmaturrahma, N., Khikmiyah, F., & Fauziyah, N. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis ICARE (Introduction , Connection , Application , Reflection dan Extention) Untuk Meningkatkan Kemandirian. *Jurnal Math-UMB.EDU*, *10*(2), 68–80.

Nurjanah, A., Haerudin, H., & Dewi Nur, I. R. (2022). Analisis Kemandirian Belajar Matematika Saat Pembelajaran Tatap Muka Terbatas Pada Siswa SMA. *Jurnal Educatio*, *8*(2), 589–598. https://doi.org/10.31949/educatio.v8i2.1961

Nurvicalesti, N., & Ratnasari, R. (2023). Self-Regulated Learning Dalam Pembelajaran Matematika Pada Peserta Didik Dalam Menyelesaikan Soal Literasi Numerasi. *Journal of Mathematics Education and Science*, *6*(2), 159–165.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do: Vol. I*.

Panadero, E. (2017). A Review of Self-regulated Learning : Six Models and Four Directions for Research. *Frontiers in Psychology*, *8*(April), 1–28. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422

Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Diva Press.

Rachman, A., Yochanan, E., Samanlangi, A. I., & Purnomo, H. (2024). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Saba Jaya Publisher.

Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018). Math Anxiety : Past Research , Promising Interventions , and a New Interpretation Framework Math Anxiety : Past Research , Promising Interventions , and a New Interpretation Framework. *Educational Psychologist*, *53*(3), 145–164. https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1447384

Sarwoedi, S., Syamsir, S., Sholihin, M., Wanto, D., & Warsah, I. (2025). The Impact of Artificial Intelligence on Students' Learning Experience. *Jurnal MATH-UMB.EDU*, *13*(1). https://doi.org/10.1007/978-3-031-71526-6_7

Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to Think Mathematically : Problem Solving , Metacognition , and Sense Making in Mathematics. *Journal of Education*, *196*(2), 1–38.

Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2016). Self-efficacy theory in education. In *Handbook of motivation at school* (2nd ed.). Routledge.

Schunk, D. H., & Greene, J. A. (2018). *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance* (2nd ed.). Routledge.

Sholichah, M., & Rahayuningsih, M. (2025). Implementasi Teknik Scaffolding Dalam Pembelajaran Matematika di SMA Negeri 1 Balen. *Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, *5*(3), 1515–1523.

Soesanto, R. H., Dirgantoro, K. P. S., & Priyanti, N. (2022). Indonesian students' perceptions towards AI-based learning in mathematics. *Journal on Mathematics Education*, *13*(3), 531–548. https://doi.org/10.22342/jme.v13i3.pp531-548

Suryana, S., & Hamsar, I. (2025). The Impact of AI-Based Learning Applications on Students Self-Regulated Learning Using the Personalized Learning Method. *Information Technology Education Journal*, *4*(2), 131–140.

Tusaadia, A., Abdillah, A., Mahsup, M., Mandailina, V., & Syaharuddin, S. (2022). Learning Independence Towards Mathematics Learning Outcomes Based on Education Level. *Indonesian Journal Of Educational Research and Review*, *5*(3), 577–587. https://doi.org/10.23887/ijerr.v5i3.52312

Uno, H. B. (2021). *Teori Motivasi dan Pengukurannya: Analisis di Bidang Pendidikan*. Bumi Aksara.

Van de pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in Teacher – Student Interaction : A Decade of Research. *Educ Psychol Rev*, 271–296. https://doi.org/10.1007/s10648-010-9127-6

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.

Winanti, A. R. (2025). Problem Based Learning Menggunakan LKPD Berbantuan AI pada Pembelajaran Matematika. *Ideguru : Jurnal Karya Ilmiah Guru*, *10*(3).

Woolf, B. P. (2010). *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning.* Morgan Kaufmann.

Zawacki-richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic

review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *16*(39), 1–27.

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a Self-Regulated Learner : An Overview. *Theory Into Practice*, *41*(2), 65–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102

Zimmerman, B. J. (2015). Self-Regulated Learning: Theories, Measures, and Outcomes. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)* (2nd ed., pp. 541–546). Elsevier.

FILE SKRIPSI SYIFANI AULIA.docx

ORIGINALITY REPORT

16%
SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	repository.umsu.ac.id Internet	509 words — 2%
2	digilib.uinkhas.ac.id Internet	279 words — 1%
3	eprints.uny.ac.id Internet	228 words — 1%
4	repository.radenintan.ac.id Internet	217 words — 1%
5	repository.usd.ac.id Internet	116 words — < 1%
6	docplayer.info Internet	92 words — < 1%
7	eprints.walisongo.ac.id Internet	92 words — < 1%
8	text-id.123dok.com Internet	65 words — < 1%
9	journal.unpas.ac.id Internet	50 words — < 1%
10	id.123dok.com Internet	48 words — < 1%
11	mathjournal.unram.ac.id Internet	48 words — < 1%
12	digilib.iain-palangkaraya.ac.id Internet	44 words — < 1%

Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN

***Lampiran 1*: Daftar Riwayat Hidup**

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama	: Syifani Aulia
Tempat, Tanggal Lahir	: Medan, 14 Agustus 2004
Jenis Kelamin	: Perempuan
Agama	: Islam
Alamat	: Jl. Kemuning Baru Blok C No. 8
Jurusan	: Pendidikan Matematika

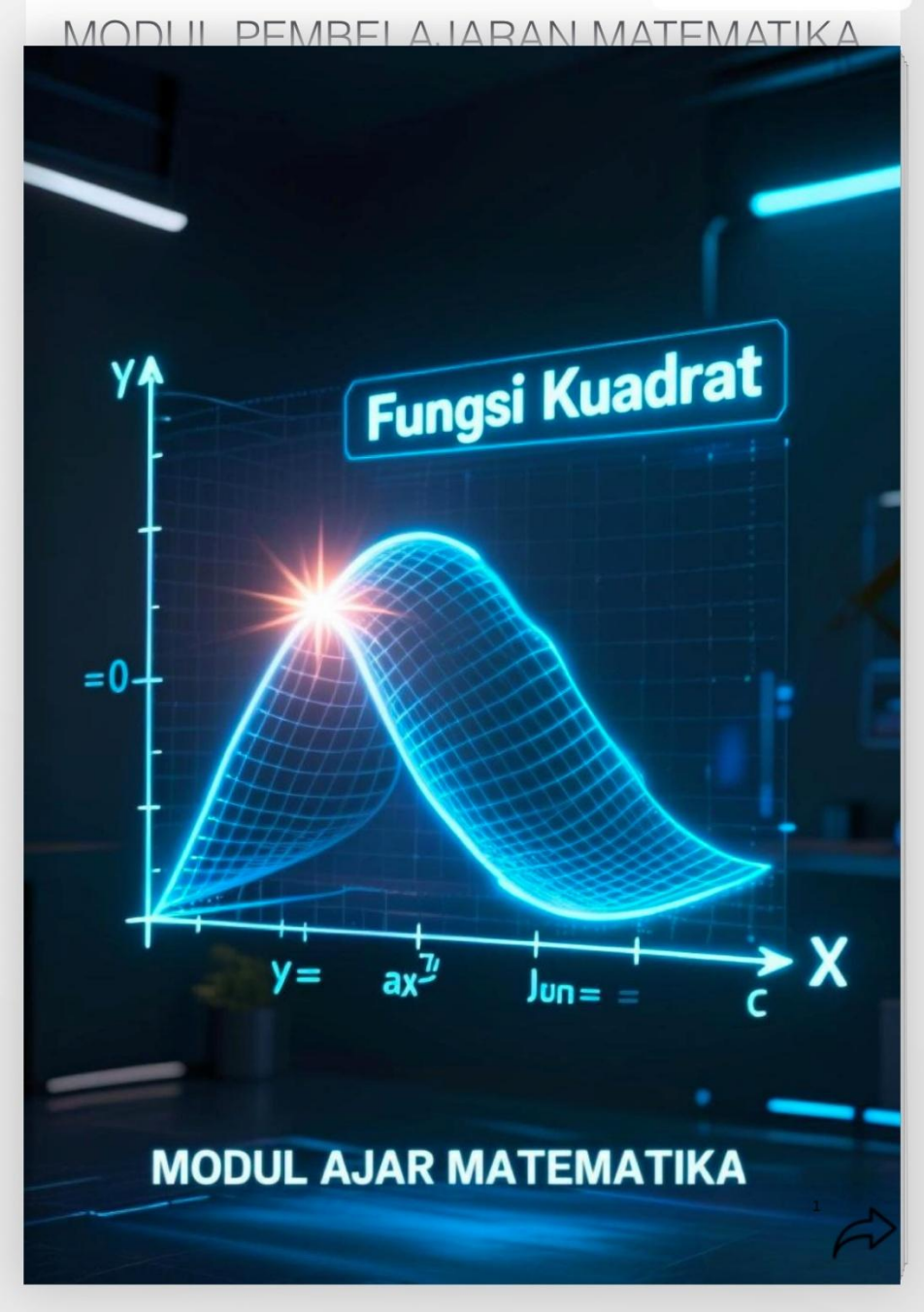
2. Data Orang Tua

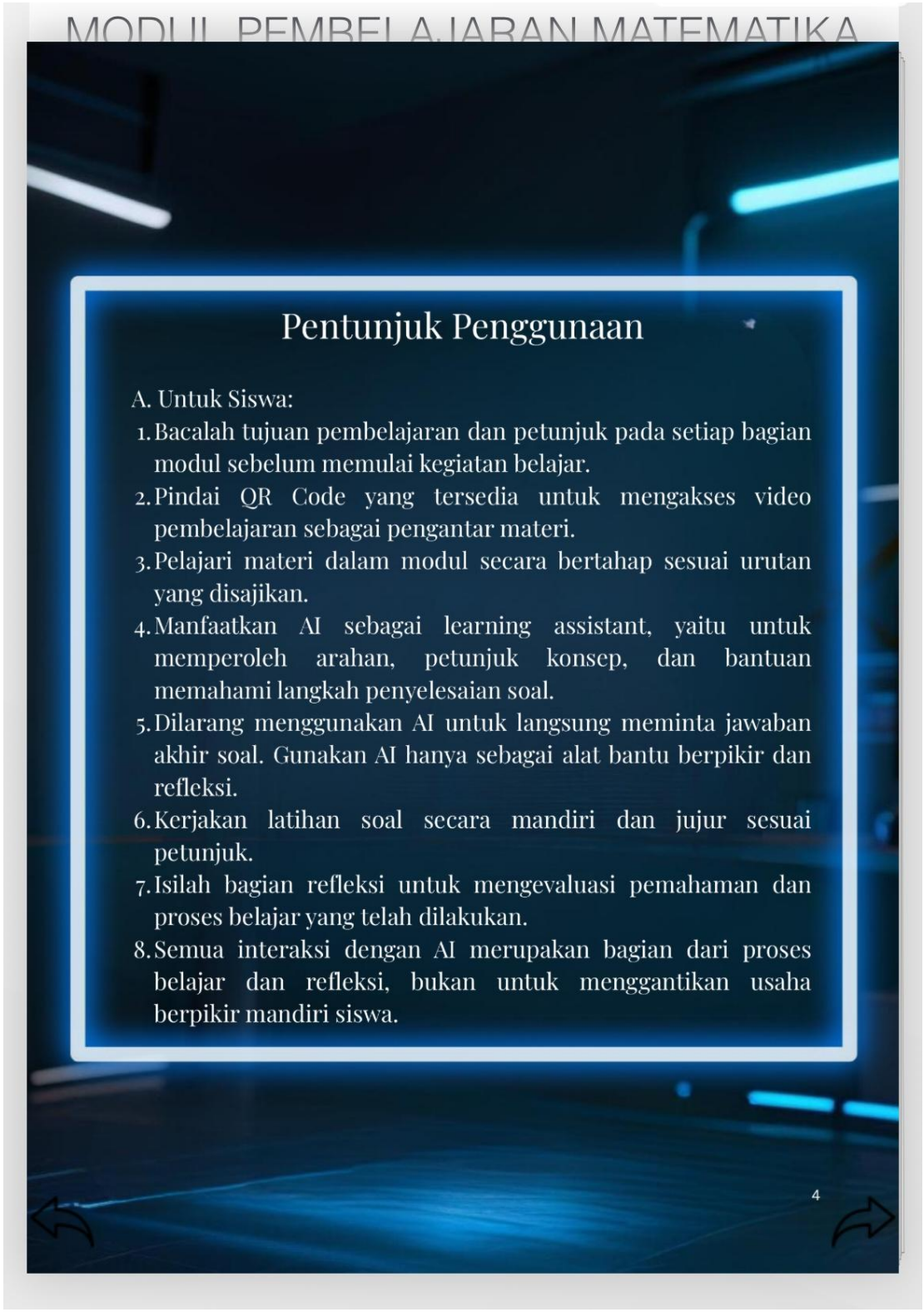
Ayah	: Maulana Fadly
Ibu	: Nova Elysa
Alamat	: Jl. Kemuning Baru Blok C No. 8

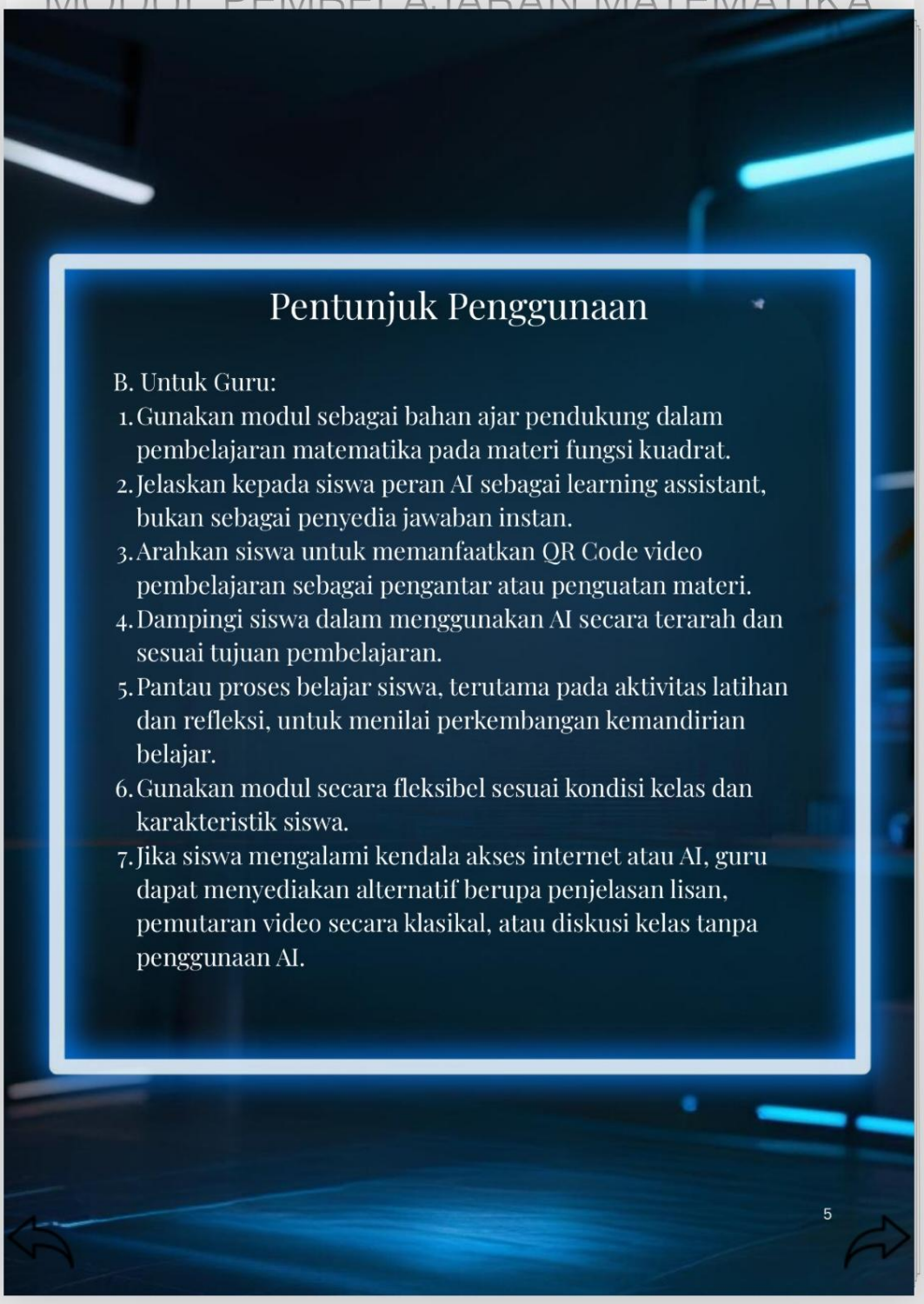
3. Jenjang Pendidikan

2010 – 2014	: SDN 060864 Medan
2014 – 2016	: SDN Bambu Apus 02 Pagi
2016 – 2019	: SMP Negeri 272 Jakarta
2019 – 2020	: SMA Negeri 93 Jakarta
2020 – 2022	: SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan
2022 – 2026	: Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika FKIP UMSU

***Lampiran 2*: Produk yang Dikembangkan**




MODUL PEMBELAJARAN MATEMATIKA
Pentunjuk Penggunaan
A. Untuk Siswa:
1. Bacalah tujuan pembelajaran dan petunjuk pada setiap bagian modul sebelum memulai kegiatan belajar.
2. Pindai QR Code yang tersedia untuk mengakses video pembelajaran sebagai pengantar materi.
3. Pelajari materi dalam modul secara bertahap sesuai urutan yang disajikan.
4. Manfaatkan AI sebagai learning assistant, yaitu untuk memperoleh arahan, petunjuk konsep, dan bantuan memahami langkah penyelesaian soal.
5. Dilarang menggunakan AI untuk langsung meminta jawaban akhir soal. Gunakan AI hanya sebagai alat bantu berpikir dan refleksi.
6. Kerjakan latihan soal secara mandiri dan jujur sesuai petunjuk.
7. Isilah bagian refleksi untuk mengevaluasi pemahaman dan proses belajar yang telah dilakukan.
8. Semua interaksi dengan AI merupakan bagian dari proses belajar dan refleksi, bukan untuk menggantikan usaha berpikir mandiri siswa.
4


Pentunjuk Penggunaan
B. Untuk Guru:
1. Gunakan modul sebagai bahan ajar pendukung dalam pembelajaran matematika pada materi fungsi kuadrat.
2. Jelaskan kepada siswa peran AI sebagai learning assistant, bukan sebagai penyedia jawaban instan.
3. Arahkan siswa untuk memanfaatkan QR Code video pembelajaran sebagai pengantar atau penguatan materi.
4. Dampingi siswa dalam menggunakan AI secara terarah dan sesuai tujuan pembelajaran.
5. Pantau proses belajar siswa, terutama pada aktivitas latihan dan refleksi, untuk menilai perkembangan kemandirian belajar.
6. Gunakan modul secara fleksibel sesuai kondisi kelas dan karakteristik siswa.
7. Jika siswa mengalami kendala akses internet atau AI, guru dapat menyediakan alternatif berupa penjelasan lisan, pemutaran video secara klasikal, atau diskusi kelas tanpa penggunaan AI.
5


Kegiatan Belajar 1
Apersepsi
Menurutmu, mengapa tidak semua hubungan antara dua variabel dapat digambarkan dengan garis lurus?
Video Pembelajaran
Aplikasi fungsi ku
smartstriker82
Tonton di YouTube
Tonton video untuk memahami gambaran awal tentang fungsi kuadrat sebelum mempelajari materi.
9

Kegiatan Belajar 1

Ringkasan Materi

1. Fungsi kuadrat adalah fungsi yang memuat variabel berpangkat dua.
2. Secara umum, fungsi kuadrat dituliskan dalam bentuk $f(x) = ax^2 + bx + c$, dengan $a \neq 0$.
3. Grafik fungsi kuadrat berbentuk parabola.
4. Bentuk dan arah parabola dipengaruhi oleh nilai koefisien a.
5. Fungsi kuadrat banyak digunakan untuk memodelkan peristiwa nyata yang tidak bersifat linear.

Diskusi Terarah

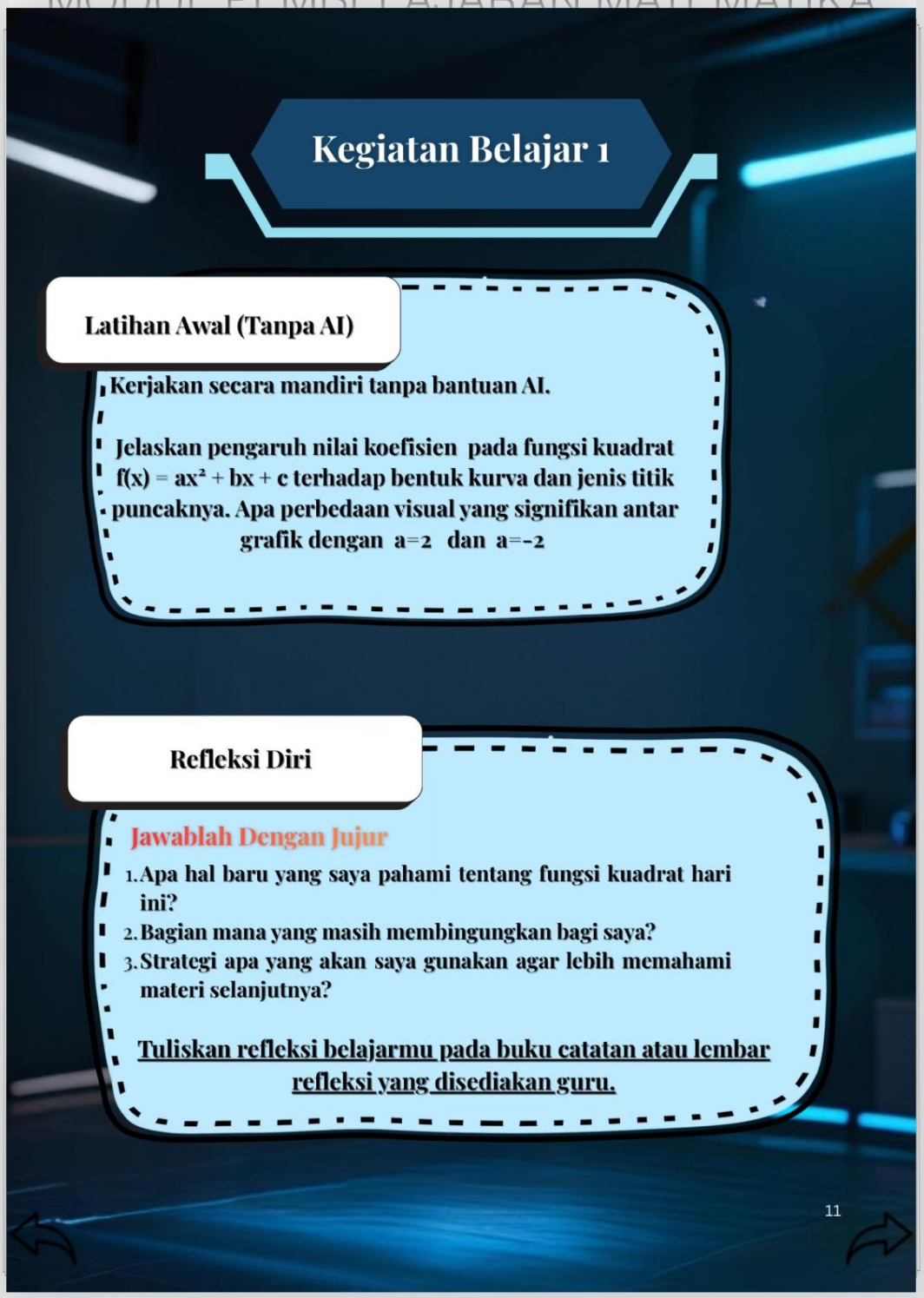
Petunjuk:

Gunakan AI sebagai teman diskusi, bukan untuk meminta jawaban akhir.

Gunakan AI

Diskusi Dengan AI:

"Saya sedang mempelajari fungsi kuadrat. Tolong bantu saya memahami perbedaan hubungan linear dan non-linear melalui contoh sederhana tanpa menyebutkan rumus fungsi kuadrat. Gunakan AI untuk membantu memahami konsep, bukan untuk mencari rumus atau jawaban akhir"


Kegiatan Belajar 1
Latihan Awal (Tanpa AI)
Kerjakan secara mandiri tanpa bantuan AI.
Jelaskan pengaruh nilai koefisien pada fungsi kuadrat f(x) = ax² + bx + c terhadap bentuk kurva dan jenis titik puncaknya. Apa perbedaan visual yang signifikan antar grafik dengan a=2 dan a=-2
Refleksi Diri
Jawablah Dengan Jujur
1. Apa hal baru yang saya pahami tentang fungsi kuadrat hari ini?
2. Bagian mana yang masih membingungkan bagi saya?
3. Strategi apa yang akan saya gunakan agar lebih memahami materi selanjutnya?
Tuliskan refleksi belajarmu pada buku catatan atau lembar refleksi yang disediakan guru.
11

Lampiran 3: Hasil Validasi Ahli Materi

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI PADA MODUL PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Judul Media : Modul Pembelajaran Matematika Berbasis Artificial Intelligence sebagai Learning Assistant Terstruktur

Sasaran : Siswa Kelas XI

Mata Pelajaran/Materi : Fungsi Kuadrat

Pengembang : Syifani Aulia

Validator : Putri Maisyarah Ammy, S.Pd.I., M.Pd

Petunjuk :

1. Lembar penilaian ini bertujuan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu terhadap kualitas materi fungsi kuadrat pada modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence sebagai learning assistant terstruktur.
2. Penilaian dapat Bapak/Ibu lakukan dengan cara memberikan tanda (✓) pada kolom skor (1,2,3,4,5) sesuai dengan kriteria berikut:

Kategori	Skor
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang (K)	2
Sangat Kurang (SK)	1

3. Bapak/Ibu juga dapat memberikan komentar dan saran pada bagian akhir angket.

Dipindai dengan CamScanner

No	Indikator Aspek yang Dinilai	Skor					Keterangan
		1	2	3	4	5	
Aspek Kualitas Isi dan Tujuan							
1	Materi fungsi kuadrat sesuai dengan kompetensi dan tujuan pembelajaran SMK				✓		
2	Konsep fungsi kuadrat disajikan secara tepat dan akurat.				✓		
3	Rumus dan representasi matematika yang digunakan sudah benar.				✓		
4	Materi disajikan secara sistematis dan runtut.				✓		
5	Kedalaman materi sesuai dengan karakteristik dan tingkat perkembangan siswa SMK				✓		
Aspek Kualitas Penyajian Pembelajaran							
6	Contoh soal yang disajikan mendukung pemahaman konsep fungsi kuadrat.				✓		
7	Latihan soal mendorong siswa untuk berpikir dan belajar secara mandiri.				✓		
8	Materi yang disajikan mendorong proses penalaran matematis siswa.				✓		
9	Modul mendukung pembelajaran mandiri siswa dalam mempelajari fungsi kuadrat.					✓	
Aspek Kualitas Bahasa							
10	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar.				✓		
11	Kalimat yang digunakan jelas dan mudah dipahami siswa.				✓		

Dipindai dengan CamScanner

12	Istilah matematika digunakan secara tepat dan konsisten.				✓		
Aspek Kesesuaian AI sebagai Learning Assistant							
13	Artificial Intelligence berperan sebagai alat bantu berpikir, bukan sebagai pemberi jawaban instan.				✓		
14	Panduan penggunaan AI dalam modul membantu siswa mengeksplorasi konsep fungsi kuadrat.				✓		
15	Modul mendukung refleksi belajar siswa melalui bantuan AI.				✓		
Total Skor							61

Kesimpulan :

Layak selanjutnya untuk digunakan dalam pembelajaran tanpa revisi	✓
Layak selanjutnya untuk digunakan dalam pembelajaran dengan revisi sesuai saran	
Tidak layak digunakan dalam pembelajaran	

Komentar dan Saran :

.....

.....

.....

.....

Medan, Mei 2026

Validator Ahli Materi

Putri Maisyarah Ammy, S.Pd.I., M.Pd

Dipindai dengan CamScanner

Tabel Rekapitulasi Skor Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Jumlah Butir	Skor Maksimal	Skor Diperoleh	Persentase	Kategori
1	Kualitas Isi dan Tujuan	5	25	20	80,00%	Layak
2	Kualitas Penyajian	4	20	17	85,00%	Sangat Layak
3	Kualitas Bahasa	3	15	12	80,00%	Layak
4	Kesesuaian AI sebagai *Learning Assistant*	3	15	12	80,00%	Layak
Jumlah		15	75	61	81,33%	Sangat Layak

Perhitungan Persentase

$$P = \frac{\text{Skor Diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\%$$

$$P = \frac{61}{75} \times 100\% = 81{,}33\%$$

Kategori kelayakan mengacu pada kriteria penilaian yang digunakan dalam penelitian, sehingga persentase **81,33%** termasuk kategori **Sangat Layak.**

Lampiran 4: Hasil Validasi Ahli Media

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA PADA MODUL PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Judul Media : Modul Pembelajaran Matematika Berbasis Artificial Intelligence sebagai Learning Assistant Terstruktur

Sasaran : Siswa Kelas XI

Mata Pelajaran/Materi : Fungsi Kuadrat

Pengembang : Syifani Aulia

Validator : TUA HALOMOAN HARAHAP

Petunjuk :

1. Lembar penilaian ini bertujuan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu terhadap kualitas media modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence sebagai learning assistant terstruktur.
2. Penilaian dapat Bapak/Ibu lakukan dengan cara memberikan tanda "✓" pada kolom skor (1,2,3,4,5) sesuai dengan kriteria sebagai berikut :

Kategori	Skor
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang (K)	2
Sangat Kurang (SK)	1

3. Bapak/Ibu juga dapat memberikan komentar dan saran pada bagian akhir angket.

Dipindai dengan CamScanner

No	Indikator Aspek yang Dinilai	Skor					Keterangan
		1	2	3	4	5	
Aspek Kualitas Tampilan (Visual)							
1	Tampilan modul menarik dan sesuai dengan karakteristik siswa SMK.					✓	
2	Pemilihan warna, jenis huruf (font), dan tata letak (layout) sudah proporsional dan nyaman dilihat.				✓		
3	Ilustrasi, gambar, dan visual yang digunakan mendukung pemahaman konsep fungsi kuadrat.					✓	
4	Konsistensi tampilan pada setiap halaman modul terjaga dengan baik.					✓	
Aspek Kualitas Teknis / Rekayasa Media							
5	Modul mudah diakses melalui perangkat siswa (handphone /laptop).					✓	
6	Navigasi modul (menu, tombol, hyperlink) berjalan dengan baik.					✓	
7	Struktur dan alur modul mudah dipahami oleh pengguna.				✓		
8	Modul dapat digunakan secara mandiri tanpa pendampingan intensif dari guru.					✓	
9	Akses video pembelajaran di dalam modul berjalan dengan baik.					✓	
Aspek Interaktivitas Media							
10	Modul mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran.					✓	
11	Video pembelajaran yang disediakan membantu pemahaman materi fungsi kuadrat.				✓		

Dipindai dengan CamScanner

12	Modul memfasilitasi interaksi siswa dengan Artificial Intelligence secara terarah.					✓	
Aspek Kesesuaian Media dengan Pembelajaran Kontekstual							
13	Media mendukung pembelajaran matematika pada jenjang SMK.					✓	
14	Modul mendukung pengembangan kemandirian belajar siswa.				✓		
Aspek Kelayakan Media Secara Umum							
15	Modul layak digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran matematika.					✓	
16	Modul sesuai digunakan untuk materi fungsi kuadrat.					✓	
17	Modul mendukung penggunaan Artificial Intelligence secara terarah dan pedagogis.				✓		
18	Modul mudah diterapkan oleh guru dalam pembelajaran di kelas.					✓	
19	Modul relevan dengan tuntutan pembelajaran abad 21.				✓		
20	Modul layak untuk diuji cobakan di sekolah.				✓		
Total Skor							93

Dipindai dengan CamScanner

Kesimpulan :

Layak selanjutnya untuk digunakan dalam pembelajaran tanpa revisi	✓
Layak selanjutnya untuk digunakan dalam pembelajaran dengan revisi sesuai saran	
Tidak layak digunakan dalam pembelajaran	

Komentar dan Saran :

.....

.....

.....

.....

Medan, Mei 2026

Validator Ahli Media

TUA HAMOMAN HARAHAP

Dipindai dengan CamScanner

Tabel Rekapitulasi Skor Validasi Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Jumlah Butir	Skor Maksimal	Skor Diperoleh	Persentase	Kategori
1	Kualitas Tampilan	4	20	19	95,00%	Sangat Layak
2	Kualitas Teknis	5	25	24	96,00%	Sangat Layak
3	Interaktivitas Media	3	15	14	93,33%	Sangat Layak
4	Kesesuaian Media denga Pembelajaran Kontekstual	2	10	9	90,00%	Sangat Layak
5	Kelayakan Media Secara Umum	6	30	27	90,00%	Sangat Layak
Jumlah		20	100	93	93,00%	Sangat Layak

Perhitungan Persentase

$$P = \frac{\text{Skor Diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\%$$

$$P = \frac{93}{100} \times 100\% = 93{,}00\%$$

Kategori kelayakan mengacu pada kriteria penilaian yang digunakan dalam penelitian, sehingga persentase **93,00%** termasuk kategori **Sangat Layak.**

Lampiran 5: Hasil Angket Kemandirian Belajar Peserta Didik

LEMBAR ANGKET KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA MENGGUNAKAN MODUL BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE

IDENTITAS SISWA

Nama Siswa : Naila Rafa Calysta

Kelas : XI - DEX 1

Sekolah : SMK Tdtech Informatika

Mata Pelajaran/Materi: Matematika/Fungsi Kuadrat

Dalam rangka pengembangan modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence (AI), maka dari itu saya mohon kesediaan adik-adik untuk memberikan tanggapan terhadap kemandirian belajar selama mengikuti pembelajaran menggunakan modul tersebut. Jawaban adik-adik akan dirahasiakan dan tidak akan memengaruhi nilai matematika. Oleh karena itu, isilah angket ini dengan jujur sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.

Petunjuk :

1. Pada angket ini terdapat 10 pertanyaan. Pertimbangkan baik-baik setiap pertanyaan dalam kaitannya dengan modul pembelajaran yang baru saja kamu liat dan kamu pelajari. Berilah jawaban yang benar-benar cocok dengan pilihanmu.
2. Bacalah setiap pernyataan dengan teliti.
3. Berilah tanda "√" pada kolom skor yang sesuai dengan pendapatmu.

Kategori	Skor
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Ragu-ragu (R)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Dipindai dengan CamScanner

No	Indikator Aspek yang Dinilai	Skor					Keterangan
		1	2	3	4	5	
	Aspek Perencanaan Belajar						
1	Saya menentukan tujuan belajar sebelum mempelajari materi fungsi kuadrat.					✓	
2	Saya menyiapkan strategi belajar sebelum pembelajaran matematika dimulai.					✓	
	Aspek Pengelolaan Belajar						
3	Saya mengatur waktu belajar matematika secara mandiri tanpa harus diingatkan.				✓		
4	Saya memilih cara belajar yang paling sesuai untuk memahami materi.					✓	
	Aspek Monitoring						
5	Saya memantau apakah saya sudah memahami materi saat belajar.					✓	
6	Saya menyadari ketika mengalami kesulitan dalam memahami materi matematika.					✓	
	Aspek Evaluasi Diri						
7	Saya mengevaluasi hasil belajar setelah mengerjakan latihan atau tugas.				✓		
8	Saya memperbaiki cara belajar jika hasil belajar saya belum memuaskan.				✓		
	Aspek Pemanfaatan Artificial Intelligence						
9	Saya menggunakan Artificial Intelligence untuk membantu memahami konsep fungsi kuadrat.				✓		
10	Saya menggunakan Artificial Intelligence sebagai panduan berpikir, bukan hanya untuk mendapatkan jawaban.					✓	

Total Skor 46

Dipindai dengan CamScanner

Kesan dan pesan setelah menggunakan modul

tampilan modul sangat menarik dan tidak membosankan.
warna serta gambar yang digunakan membuat saya
nyaman belajar

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR ANGKET KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA MENGGUNAKAN MODUL BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE

IDENTITAS SISWA

Nama Siswa : Raffle akbar.

Kelas : XI DEX 1

Sekolah : SMK Tritech Informatika

Mata Pelajaran/Materi: Matematika/Fungsi Kuadrat

Dalam rangka pengembangan modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence (AI), maka dari itu saya mohon kesediaan adik-adik untuk memberikan tanggapan terhadap kemandirian belajar selama mengikuti pembelajaran menggunakan modul tersebut. Jawaban adik-adik akan dirahasiakan dan tidak akan memengaruhi nilai matematika. Oleh karena itu, isilah angket ini dengan jujur sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.

Petunjuk :

1. Pada angket ini terdapat 10 pertanyaan. Pertimbangkan baik-baik setiap pertanyaan dalam kaitannya dengan modul pembelajaran yang baru saja kamu liat dan kamu pelajari. Berilah jawaban yang benar-benar cocok dengan pilihanmu.
2. Bacalah setiap pernyataan dengan teliti.
3. Berilah tanda "√" pada kolom skor yang sesuai dengan pendapatmu.

Kategori	Skor
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Ragu-ragu (R)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Dipindai dengan CamScanner

No	Indikator Aspek yang Dinilai	Skor					Keterangan
		1	2	3	4	5	
	Aspek Perencanaan Belajar						
1	Saya menentukan tujuan belajar sebelum mempelajari materi fungsi kuadrat.					✓	
2	Saya menyiapkan strategi belajar sebelum pembelajaran matematika dimulai.					✓	
	Aspek Pengelolaan Belajar						
3	Saya mengatur waktu belajar matematika secara mandiri tanpa harus diingatkan.				✓		
4	Saya memilih cara belajar yang paling sesuai untuk memahami materi.					✓	
	Aspek Monitoring						
5	Saya memantau apakah saya sudah memahami materi saat belajar.					✓	
6	Saya menyadari ketika mengalami kesulitan dalam memahami materi matematika.					✓	
	Aspek Evaluasi Diri						
7	Saya mengevaluasi hasil belajar setelah mengerjakan latihan atau tugas.				✓		
8	Saya memperbaiki cara belajar jika hasil belajar saya belum memuaskan.					✓	
	Aspek Pemanfaatan Artificial Intelligence						
9	Saya menggunakan Artificial Intelligence untuk membantu memahami konsep fungsi kuadrat.					✓	
10	Saya menggunakan Artificial Intelligence sebagai panduan berpikir, bukan hanya untuk mendapatkan jawaban.					✓	

Total Skor 48

Dipindai dengan CamScanner

Kesan dan pesan setelah menggunakan modul

Belajar menggunakan modul ini terasa lebih menarik di bandingkan hanya menggunaka buku pelajaran.

Dipindai dengan CamScanner

Nama Siswa	Kelas	Skor Maksimum	Perencanaan Belajar	Pengelolaan Belajar	Monitoring	Evaluasi Diri	Pemanfaatan AI	Total Skor
Nadia Purnama Sari	XI RPL 3	50	8	8	8	9	9	42
Ahmad Farid	XI RPL 3	50	8	10	8	9	9	44
Dwi Putri Amellia	XI RPL 3	50	8	8	9	10	10	45
Nazwa Qori Syafira	XI RPL 3	50	8	10	10	9	9	46
Muhammad Fikri	XI RPL 3	50	8	10	10	8	8	44
Geisha Azzura	XI RPL 3	50	9	10	9	7	10	45
Razz Abraham	XI RPL 3	50	8	9	10	9	9	45
Alzena Nadliira C	XI RPL 3	50	8	9	8	9	8	42
M. Rizky	XI RPL 3	50	8	9	8	8	9	42
Revand Surya Pratama	XI RPL 3	50	9	10	9	9	10	47
Celya Rauk Alkianu	XI RPL 3	50	9	9	8	8	9	43
Rizky Satria W	XI RPL 3	50	8	10	9	8	9	44
Dimas Praetyo	XI RPL 3	50	8	8	10	9	8	43
Perwira Hackiki	XI RPL 3	50	8	8	9	8	10	43
Bayhaqi Ilyas	XI RPL 3	50	9	10	9	10	10	48
Fachri Adis Wahyudi	XI RPL 3	50	10	8	9	10	9	46
Aqillah Sarsaya	XI DEX 1	50	8	9	10	9	10	46
Said Idris Aznar	XI DEX 1	50	10	9	9	9	9	46
Rizky Maulana	XI DEX 1	50	10	8	9	10	8	45
Axl Najmi Athallah	XI DEX 1	50	9	9	10	8	9	45
Muhammad Reza	XI DEX 1	50	9	9	9	9	9	45
Raffle Akbar	XI DEX 1	50	10	9	10	9	10	48
Almira Sakinah Hadi	XI DEX 1	50	10	10	8	9	9	46
Asila Anasyah Putri	XI DEX 1	50	10	9	10	8	10	47
Annisa Fitri Khalisa	XI DEX 1	50	8	10	9	8	9	44
Naila Rafa Calysta	XI DEX 1	50	10	9	10	8	9	46
Nayla Anayya	XI DEX 1	50	9	9	8	10	9	45
TOTAL SKOR		1350	237	246	245	237	247	1212

Tabel Rekapitulasi Hasil Angket Kemandirian Belajar

No.	Aspek	Skor Maksimum	Skor Diperoleh	Persentase	Kategori
1	Perencanaan Belajar	270	237	87,77%	Sangat Baik
2	Pengelolaan Belajar	270	246	91,11%	Sangat Baik
3	Monitoring	270	245	90,74%	Sangat Baik
4	Evaluasi Diri	270	237	87,77%	Sangat Baik
5	Pemanfaatan AI	270	247	91,48%	Sangat Baik
	Jumlah	1.350	1.212	89,77%	Sangat Baik

$$P = \frac{\sum x}{N} \times 100\%$$

$$P = \frac{1.212}{1.350} \times 100\% = 89{,}77\%$$

Lampiran 6: Hasil Angket Respon Peserta Didik

LEMBAR ANGKET RESPON SISWA PADA MODUL PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE MATERI FUNGSI KUADRAT

IDENTITAS SISWA

Nama Siswa : Dzaki Nagmi Athalla

Kelas : XI - DPB 1

Sekolah : SMK - TriTech Informatika

Mata Pelajaran/Materi: Matematika / Fungsi Kuadrat

Dalam rangka pengembangan modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence (AI), maka dari itu saya mohon tanggapan adik-adik terhadap proses pembelajaran menggunakan modul tersebut yang telah dilakukan. Jawaban adik-adik akan kami rahasiakan. Oleh karena itu, jawablah dengan sejujur-jujurnya karena hal ini tidak akan berpengaruh terhadap nilai matematika adik-adik.

Petunjuk :

1. Angket ini terdiri atas 18 pernyataan yang berkaitan dengan modul pembelajaran yang telah anda pelajari. Berilah jawaban yang benar-benar cocok dengan pilihanmu.
2. Bacalah setiap pernyataan dengan saksama sebelum memberikan jawaban.
3. Berikan tanda (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapat Anda secara jujur dan objektif.

Kategori	Skor
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang (K)	2
Sangat Kurang (SK)	1

Dipindai dengan CamScanner

No	Indikator Aspek yang Dinilai	Skor					Keterangan
		1	2	3	4	5	
	Aspek Kemudahan Penggunaan Modul						
1	Modul mudah diakses dan digunakan saat pembelajaran					✓	
2	Petunjuk penggunaan modul disajikan dengan jelas dan mudah dipahami.					✓	
3	Modul dapat saya gunakan secara mandiri tanpa banyak bantuan guru.				✓		
	Aspek Kejelasan Penyajian Materi						
4	Materi fungsi kuadrat disajikan dengan bahasa yang jelas dan runtut.				✓		
5	Contoh dan latihan soal dalam modul mudah saya pahami.					✓	
6	Penyajian materi dalam modul membantu saya memahami konsep fungsi kuadrat.					✓	
	Aspek Tampilan dan Media Pendukung						
7	Tampilan modul menarik dan tidak membosankan untuk dipelajari.					✓	
8	Video pembelajaran dalam modul membantu saya memahami materi.				✓		
9	Video pembelajaran yang tersedia dalam modul dapat diakses dengan mudah oleh siswa.					✓	
	Aspek Peran AI sebagai Learning Assistant						
10	Artificial Intelligence membantu saya memahami konsep fungsi kuadrat.					✓	
11	AI membantu memberikan arahan berpikir tanpa langsung memberikan jawaban.					✓	
12	Panduan penggunaan AI dalam modul mudah saya pahami.					✓	
	Aspek Manfaat Modul dalam Pembelajaran						
13	Modul membuat pembelajaran matematika menjadi lebih menarik					✓	
14	Modul membantu saya belajar matematika secara lebih mandiri.					✓	

Dipindai dengan CamScanner

15	Modul membantu saya memahami materi fungsi kuadrat secara lebih mendalam.				√		
Aspek Respons Umum Siswa							
16	Modul ini layak digunakan dalam pembelajaran matematika di kelas.					√	
17	Saya tertarik belajar menggunakan modul ini pada materi lainnya.					✓	
18	Modul membantu proses pembelajaran matematika di kelas menjadi lebih baik.					√	
Total Skor							86

Kesan dan pesan setelah menggunakan modul

Sangat mudah memahami materi

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR ANGKET RESPON SISWA PADA MODUL PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE MATERI FUNGSI KUADRAT

IDENTITAS SISWA

Nama Siswa : Muhammad Fiki

Kelas : XI - RPL 3

Sekolah : SMK Iritech Informatika .

Mata Pelajaran/Materi: Matematika / Fungsi Kuadrat

Dalam rangka pengembangan modul pembelajaran matematika berbasis Artificial Intelligence (AI), maka dari itu saya mohon tanggapan adik-adik terhadap proses pembelajaran menggunakan modul tersebut yang telah dilakukan. Jawaban adik-adik akan kami rahasiakan. Oleh karena itu, jawablah dengan sejujur-jujurnya karena hal ini tidak akan berpengaruh terhadap nilai matematika adik-adik.

Petunjuk :

1. Angket ini terdiri atas 18 pernyataan yang berkaitan dengan modul pembelajaran yang telah anda pelajari. Berilah jawaban yang benar-benar cocok dengan pilihanmu.
2. Bacalah setiap pernyataan dengan saksama sebelum memberikan jawaban.
3. Berikan tanda (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapat Anda secara jujur dan objektif.

Kategori	Skor
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang (K)	2
Sangat Kurang (SK)	1

Dipindai dengan CamScanner

No	Indikator Aspek yang Dinilai	Skor					Keterangan
		1	2	3	4	5	
	Aspek Kemudahan Penggunaan Modul						
1	Modul mudah diakses dan digunakan saat pembelajaran					✓	
2	Petunjuk penggunaan modul disajikan dengan jelas dan mudah dipahami.					✓	
3	Modul dapat saya gunakan secara mandiri tanpa banyak bantuan guru.					✓	
	Aspek Kejelasan Penyajian Materi						
4	Materi fungsi kuadrat disajikan dengan bahasa yang jelas dan runtut.					✓	
5	Contoh dan latihan soal dalam modul mudah saya pahami.					✓	
6	Penyajian materi dalam modul membantu saya memahami konsep fungsi kuadrat.				✓		
	Aspek Tampilan dan Media Pendukung						
7	Tampilan modul menarik dan tidak membosankan untuk dipelajari.					✓	
8	Video pembelajaran dalam modul membantu saya memahami materi.					✓	
9	Video pembelajaran yang tersedia dalam modul dapat diakses dengan mudah oleh siswa.					✓	
	Aspek Peran AI sebagai Learning Assistant						
10	Artificial Intelligence membantu saya memahami konsep fungsi kuadrat.					✓	
11	AI membantu memberikan arahan berpikir tanpa langsung memberikan jawaban.				✓		
12	Panduan penggunaan AI dalam modul mudah saya pahami.				✓		
	Aspek Manfaat Modul dalam Pembelajaran						
13	Modul membuat pembelajaran matematika menjadi lebih menarik				✓		
14	Modul membantu saya belajar matematika secara lebih mandiri.					✓	

Dipindai dengan CamScanner

15	Modul membantu saya memahami materi fungsi kuadrat secara lebih mendalam					✓	
Aspek Respons Umum Siswa								
16	Modul ini layak digunakan dalam pembelajaran matematika di kelas					✓	
17	Saya tertarik belajar menggunakan modul ini pada materi lainnya					✓	
18	Modul membantu proses pembelajaran matematika di kelas menjadi lebih baik.					✓	
Total Skor								86

Kesan dan pesan setelah menggunakan modul

.....

.....

.....

.....

Dipindai dengan CamScanner

Nama Siswa	Kelas	Skor Maksimum	Kemudahan Penggunaan Modul	Kejelasan Penyajian Materi	Tampilan dan Media Pendukung	Peran AI sebagai Learning Assistant	Manfaat Modul dalam Pembelajaran	Respons Umum Siswa	Total Skor
Nadia Purnama Sari	XI RPL 3	90	15	13	14	14	13	13	82
Ahmad Farid	XI RPL 3	90	13	14	14	15	13	14	83
Dwi Putri Amellia	XI RPL 3	90	14	14	13	14	14	14	83
Nazwa Qori Syafira	XI RPL 3	90	14	14	14	13	14	15	84
Muhammad Fikri	XI RPL 3	90	15	14	15	13	14	15	86
Geisha Azzura	XI RPL 3	90	12	15	13	14	14	13	81
Razz Abraham	XI RPL 3	90	15	14	14	14	14	14	85
Alzena Nadhira C	XI RPL 3	90	14	14	14	15	14	14	85
M. Rizky	XI RPL 3	90	15	13	14	14	14	13	83
Revand Surya Pratama	XI RPL 3	90	15	14	14	14	14	15	86
Celya Rauk Alsianu	XI RPL 3	90	13	15	13	15	13	13	82
Rizky Satria W	XI RPL 3	90	15	12	14	14	14	14	83
Dimas Praetyo	XI RPL 3	90	14	12	15	13	14	13	81
Perwira Hachiki	XI RPL 3	90	14	12	15	14	13	15	83
Bayhaqi Ilyas	XI RPL 3	90	13	14	15	14	15	13	84
Fachri Adis Wahyudi	XI RPL 3	90	15	13	15	14	14	14	85
Aqillah Sarsaya	XI DEX 1	90	14	14	14	13	15	14	84
Said Idris Aznar	XI DEX 1	90	13	14	14	15	14	15	85
Rizky Maulana	XI DEX 1	90	14	13	15	15	15	15	87
Azl Najmi Athallah	XI DEX 1	90	14	14	14	15	14	15	86
Muhammad Reza	XI DEX 1	90	13	12	12	12	12	15	76
Raffle Akbar	XI DEX 1	90	14	15	14	15	15	14	87
Almira Sakinah Hadi	XI DEX 1	90	12	12	14	13	13	14	78
Asila Anasyah Putri	XI DEX 1	90	14	14	13	13	13	12	79
Annisa Fitri Khalisa	XI DEX 1	90	13	13	15	11	13	14	79
Naila Rafa Calysta	XI DEX 1	90	14	14	14	13	15	13	83
Nayla Anayya	XI DEX 1	90	12	12	15	14	12	14	79
TOTAL SKOR		2430	373	364	380	373	372	377	2239
Skor maks			15	15	15	15	15	15	90

Tabel Rekapitulasi Hasil Angket Respons Peserta didik

No.	Aspek	Skor Maksimum	Skor Diperoleh	Persentase	Kategori
1	Kemudahan Penggunaan Modul	405	373	92,09%	Sangat Baik
2	Kejelasan Penyajian Materi	405	364	89,87%	Sangat Baik
3	Tampilan dan Media Pendukung	405	380	93,82%	Sangat Baik
4	Peran AI sebagai Learning Assistant	405	373	92,09%	Sangat Baik
5	Manfaat Modul dalam Pembelajaran	405	372	91,85%	Sangat Baik
6	Respons Umum Peserta didik	405	377	93,08%	Sangat Baik
	Jumlah	2.430	2.239	92,13%	Sangat Baik

$$P = \frac{\sum x}{N} \times 100\%$$

$$P = \frac{2.239}{2.430} \times 100\% = 92{,}13\%$$

***Lampiran 7*: Latihan Soal**

Nama: Gelsha Azzura
Kelas: X1 - IPA 3

1. dikctahui :- titik puncak fungsi kuadrat : (2, -1)
- Grafik melalui titik.

ditanya: tentukan persamaan fungsi kuadrat dalam bentuk umum.
$f(x) = ax^2 + bx + c$

penyelesaian : karena diketahui titik puncak (2, -1), maka bentuk puncak fungsi kuadrat adalah :
$F(x) = a(x-2)^2 - 1$
$f(x) = a(x-2)^2 - 1$

selanjutnya, fungsi melalui titik (0, 3), sehingga subtitusikan $x = 0$ dan $F(0) = 3$.

Penyelesaian: karena diketahui titik puncak (2, -1). maka bentuk puncak fungsi kuadrat adalah:
$f(x) = a(x-2)^2 - 1$
$F(x) = a(x-2)^2 - 1$

selanjutnya, fungsi melalui titik (0, 3), sehingga subtitusikan $x = 0$ dan $f(0) = 3$.
$3 = a(0-2)^2 - 1$
$3 = 4a - 1$
$4a = 4$
$a = 1$

maka persamaan fungsi menjadi :
$f(x) = (x-2)^2 - 1$

kemudian ubah ke bentuk umum:
$f(x) = x^2 - 4x + 4 - 1$
$f(x) = x^2 - 4x + 3$
$F(x) = x^2 - 4x + 3$.

2.
diketahui : - panjang kawat berduri = 80 meter
- kandang berbentuk persegi panjang.
- salah satu sisi menempel pada dinding gudang sehingga tidak perlu dipagari

misalkan: - lebar kandang = x meter
panjang kandang = y meter

Dipindai dengan CamScanner

Karena hanya 3 sisi yang dipagari, maka:
$2x+y=80$
$2x+y=80$
ditanya: tentukan ukuran panjang dan lebar agar luas kandang maksimum.
penyelesaian: 1. menentukkan fungsi luas.
luas persegi panjang:
$L=x.y$
dari persamaan kawat:
$y=80-2x$
subtitusikan ke rumus luas:
$L(x)=x(80-2x)$
$L(x)=80x-2x^2$
$L(x)=80x-2x^2$

2. menentukkan luas maksimum.
fungsi luas berbentuk fungsi kuadrat:
$L(x)=2x^2+80x$
karena $a<0$, grafik parabola terbuka ke bawah, sehingga nilai puncak nya adalah luas maksimum.
titik puncak fungsi kuadrat: $x=\frac{-b}{2a}$
dengan: $a=2$, $b=80$ → maka: $x=\frac{-80}{2(-2)}$, $x=\frac{-80}{-4}$, $x=20$.

3. menentukkan luas maksimum.
$L=20\times40$
$L=800\ m^2$

lebar kandang: $x=20$ meter
selanjutnya cari panjang: $y=80-2(20)$
$y=80-40$
$y=40$ meter.

c. karena bola menyentuh tanah pada $t\approx 4{,}45$ detik
maka:
$4{,}45>4$
Jadi, bola berada di udara lebih dari 4 detik.

3. Dik: - titik pelepasan bola: $(t,h)=(0,2)$
- titik tertinggi: $(t,h)=(2,6)$
- bola menyentuh tanah saat: $h=0$
Dit: a. tentukan model fungsi kuadrat $h(t)$ yang menggambarkan lintasan bola
b. tentukan kapan bola menyentuh tanah
c. tentukan apakah bola berada di udara lebih dari 4 detik.

Penyelesaian:
a. titik puncak $(2,6)$ maka bentuk puncar fungsi kuadrat:
$h(t)=a(t-2)^2+6$
karena melalui titik $(0,2)$, subsitusikan:
$2=a(0-2)^2+6$
$2=4a+6$
$4a=-4$
$a=-1$
model fungsi kuadratnya: $h(t)=-(t-2)^2+6$
ubah ke bentuk umum: $h(t)=-(t^2-4t+4)+6$
$h(t)=-t^2+4t-4+6$
$h(t)=-t^2+4t+2$

b. Bola menyentuh tanah berarti:
$h(t)=0$, maka: $-t^2+4t+2=0$ $\times -1$
$t^2-4t-2=0$
gunakan rumus kuadrat: $t=\frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$
Dengan: $a=1$, $b=-4$, $c=-2$
$t=\frac{-(-4)\pm\sqrt{(-4)^2-4(1)(-2)}}{2(1)}$
$t=\frac{4\pm\sqrt{16+8}}{2}$
$t=\frac{4\pm\sqrt{24}}{2}=\frac{4\pm2\sqrt{6}}{2}$
$t=2\pm\sqrt{6}$
waktu tidak mungkin negatif:
$t=2+\sqrt{6}$
$t\approx 4{,}45$ detik.

Dipindai dengan CamScanner

Nama : Adis wahyudi
XI RPL3

100

1) Diket : (3, -1)

Dit : $f(x) = ax^2 + bx + c$

Jawab : $f(x) = a(x-2)^2 - 1$

$= 3 = a(6-2)^2 - 1$

$= 3 = 9a - 1$

$4a = 4$

$a = 1$

Persamaan : $f(x) = (x-2)^2 - 1$

bentuk umum : $f(x) = x^2 - 4x + 4 - 1$

$f(x) = x^2 - 4x + 3$

$= fx = x^2 - 4x + 3$

2) Diket : Panjang kawat = 80 meter

: Bandan persegi panjang

: Salah satu sisi menempel pada dinding yang tidak perlu di pagari

Dit : tentukan ukuran panjang dan lebar agar luas bangun maksimum

Jawab : (= x•y)

$y = 80 - 2x$

$L(x) = x(80 - 2x)$

$L(x) = 80x - 2x^2$

$L(x) = 80x - 2x^2$

$L(x) = -2x^2 + 80x$

$x = \frac{-b}{2a}$ $a = -2$ $b = 80$

maka : $x = \frac{-80}{2(-2)}$

$x = \frac{-80}{-4}$

$x = \frac{-80}{-4}$

lebar bangun : $x = 20$ m

$y = 80 - 2(20)$

$y = 80 - 40$

$y = 40$ m

luas maksi

$L = 20 \times 40$

$L = 800\ m^2$

Dipindai dengan CamScanner

3. Dik : - titik perpotsan bola : (t,h) = (0,2)
- titik tertinggi : (t,h) = (2,6)
- Bola menyentuh tanah saat : h = 0

Dit : a. Tentukan model fungsi kuadrat h(t) yang menggambarkan lintasan bola.
b. Tentukan lokasi bola menyentuh tanah
c. tentukan apakah bola berada di udara lebih dari 4 detik.

Penyelesaian :

a. Karena diketahui titik puncak (2,6) maka bentuk puncak fungsi kuadrat :

$h(t) = a(t-2)^2 + 6$

$h(t) = a(t-2)^2 + 6$

Karena grafik melalui titik (0,2) substitusikan nilai tersebut

$2 = a(0-2)^2 + 6$

$2 = 4a + 6$

$4a = -4$

$a = -1$

maka fungsi kuadratnya : $h(t) = -(t-2)^2 + 6$

ubah ke bentuk umum : $h(t) = -(t^2 - 4t + 4) + 6$

$h(t) = -t^2 + 4t - 4 + 6$

$h(t) = -t^2 + 4t + 2$ ✓

b. Bola menyentuh tanah ketika :

$h(t) = 0$

maka : $-t^2 + 4t + 2 = 0$ $\times -1$

$t^2 - 4t - 2 = 0$

gunakan rumus kuadrat : $t = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$, Dengan : $a = 1$, $b = -4$, $c = -2$

$t = \frac{-(-4) \pm \sqrt{(-4)^2 - 4(1)(-2)}}{2(1)}$

$t = \frac{4 \pm \sqrt{16+8}}{2}$

$t = \frac{4 \pm \sqrt{24}}{2}$

$t = \frac{4 \pm 2\sqrt{6}}{2}$

$t = 2 \pm \sqrt{6}$

karena waktu tidak mungkin negatif maka :

$t = 2 + \sqrt{6}$

$t \approx 4{,}45$ detik ✓

c. Karena bola menyentuh tanah pada :

$t \approx 4{,}45$ detik

maka :

$4{,}45 > 4$

Jadi, bola berada di udara lebih dari 4 detik. ✓

Dipindai dengan CamScanner

***Lampiran 8*: K1**

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Telp. (061) 6619056 Medan 20238
Website : http://www.fkip.umsu.ac.id E-mail : fkip@umsu.ac.id

Form : K - 1

Kepada Yth: Bapak/Ibu Ketua & Sekretaris
Program Studi Pendidikan Matematika
FKIP UMSU

Perihal : **PERMOHONAN PERSETUJUAN JUDUL SKRIPSI**

Dengan hormat yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Syifani Aulia
NPM : 2202030023
Program Studi : Pendidikan Matematika
Kredit Kumulatif : 120 SKS IPK = 3.82

Persetujuan Ket./Sekret. Prog. Studi	Judul yang diajukan	Disahkan Oleh Dekan Fakultas
	Pengaruh Pembelajaran Matematika Berbantuan PowerPoint Interaktif Berbasis Pemecahan Masalah terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMA	
	Pengaruh Penggunaan Lembar Kerja Digital Berbasis Pemodelan Masalah Kontekstual terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMA pada Materi Trigonometri	
	Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis Artificial Intelligence sebagai Learning Assistant Terstruktur untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa SMA	

Demikianlah permohonan ini saya sampaikan untuk dapat pemeriksaan dan persetujuan serta pengesahan, atas kesediaan Bapak/Ibu saya ucapkan terima kasih.

Medan, 06 Januari 2026

Hormat Pemohon,

Syifani Aulia

Keterangan:
Dibuat rangkap 3 : - Untuk Dekan/Fakultas
- Untuk Ketua/Sekertaris Program Studi
- Untuk Mahasiswa yang bersangkutan

Dipindai dengan CamScanner

***Lampiran 9*: K2**

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Telp. (061) 6619056 Medan 20238
Website: http://www.fkip.umsu.ac.id E-mail: fkip@umsu.ac.id

Form K-2

Kepada : Yth. Bapak Ketua/Sekretaris
Program Studi Pendidikan Matematika
FKIP UMSU

Assalamu'alaikum Wr, Wb

Dengan hormat, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Syifani Aulia
NPM : 2202030023
Prog. Studi : Pendidikan Matematika

Mengajukan permohonan persetujuan proyek proposal/risalah/makalah/skripsi sebagai tercantum di bawah ini dengan judul sebagai berikut:

Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa SMA

Sekaligus saya mengusulkan/ menunjuk Bapak/ Ibu:

Dr. Irvan, S.Pd., M.Si

Sebagai Dosen Pembimbing Proposal/Risalah/Makalah/Skripsi saya.

Demikianlah permohonan ini saya sampaikan untuk dapat pengurusan selanjutnya. Akhirnya atas perhatian dan kesediaan Bapak/ Ibu saya ucapkan terima kasih.

Medan, 06 Januari 2026
Hormat Pemohon,

Syifani Aulia

Keterangan
Dibuat rangkap 3 :
- Untuk Dekan / Fakultas
- Untuk Ketua / Sekretaris Prog. Studi
- Untuk Mahasiswa yang Bersangkutan

Dipindai dengan CamScanner

***Lampiran 10*: K3**

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jln. Mukthar Basri BA No. 3 Telp. 6622400 Medan 20217 Form : K3

Nomor : 569/II.3-AU//UMSU-02/ F/2026
Lamp : ---
H a l : **Pengesahan Proyek Proposal Dan Dosen Pembimbing**

Bismillahirahmanirrahim
Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara menetapkan proyek proposal/risalah/makalah/skripsi dan dosen pembimbing bagi mahasiswa yang tersebut di bawah ini :.

Nama	:	**Syifani Aulia**
N P M	:	2202030023
Program Studi	:	Pendidikan Matematika
Judul Penelitian	:	**Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa SMA**
Pembimbing	:	**Dr. Irvan, S.Pd., M.Si.**

Dengan demikian mahasiswa tersebut di atas diizinkan menulis proposal/risalah/makalah/skripsi dengan ketentuan sebagai berikut :
1. Penulis berpedoman kepada ketentuan yang telah ditetapkan oleh Dekan
2. Proyek proposal/risalah/makalah/skripsi dinyatakan **BATAL** apabila tidak sesuai dengan jangka waktu yang telah ditentukan
3. Masa daluwarsa tanggal **: 23 Februari 2027**

Medan, 06 Ramadhan 1447 H
23 Februari 2026 M

Wassalam
Dekan

Dra. Hj. Syamsuyurnita, M.Pd.
NIDN 0004066701

Dibuat rangkap 4 (empat) :
1. Fakultas (Dekan)
2. Ketua Program Studi
3. Pembimbing
4. Mahasiswa yang bersangkutan

WAJIB MENGIKUTI SEMINAR

Dipindai dengan CamScanner

***Lampiran 11*: Berita Acara Seminar Proposal**

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. 061-6622400 Ext. 22, 23, 30
Website: http://www.fkip.umsu.ac.id E-mail: fkip@umsu.ac.id

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL

Pada hari ini Senin , Tanggal 02 Maret 2026 diselenggarakan seminar prodi Pendidikan Matematika menerangkan bahwa :

Nama Lengkap	:	Syifani Aulia
NPM	:	2202030023
Program Studi	:	Pendidikan Matematika
Judul Skripsi	:	Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa SMA

Dengan masukan dan saran serta hasil berbagi berikut:

Hasil Seminar Proposal Skripsi

[ ] Disetujui

[✓] Disetujui dengan adanya perbaikan

[ ] Ditolak

Disetujui oleh:

Dosen Pembahas	Dosen Pembimbing
Sri Wahyuni, S.Pd., M.Pd.	**Dr. Irvan, S.Pd., M.Si**

Panitia Pelaksana
Ketua Program Studi

Sri Wahyuni, S.Pd., M.Pd.

Dipindai dengan CamScanner

***Lampiran 12*: Berita Acara Bimbingan Proposal**

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Telp. (061) 6619056 Medan 20238
Website: [illegible] E-mail: [illegible]

BERITA ACARA BIMBINGAN PROPOSAL

Nama Lengkap : Syifani Aulia
N.P.M : 2202030023
Program Studi : Pendidikan Matematika
Judul Skripsi : Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa SMA

Tanggal	Deskripsi Hasil Bimbingan Proposal	Tanda Tangan
6 Januari 2026	Bimbingan terkait judul	
13 Januari 2026	Bimbingan BAB 1	
19 Januari 2026	[illegible]	
26 Januari 2026	[illegible]	
9 Februari 2026	[illegible]	
12 Februari 2026	[illegible]	

Medan, Januari 2026
Dosen Pembimbing

Diketahui /Disetujui
Ketua Prodi Pendidikan Matematika

Sri Wahyuni S.Pd., M.Pd.

Dr. Irvan, S.Pd., M.Si.

Dipindai dengan CamScanner

***Lampiran 13*: Surat Izin Riset**

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak-KP/PT/XI/2022
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
https://fkip.umsu.ac.id fkip@umsu.ac.id umsumedan umsumedan umsumedan umsumedan

Nomor : 1339/II.3-AU/UMSU-02/F/2026 Medan, 02 Dzulhijjah 1447 H
Lamp : ---
H a l : **Permohonan Izin Riset**

19 Mei 2026 M

Kepada Yth, Bapak/Ibu Kepala Sekolah
SMK Tritech Informatika
di
Tempat

Bismillahirahmanirrahim
Assalamu'alaikum Wr. Wb

Wa ba'du, semoga kita semua sehat wal'afiat dalam melaksanakan kegiatan/aktifitas sehari-hari, sehubungan dengan semester akhir bagi mahasiswa wajib melakukan penelitian/riset untuk pembuatan skripsi sebagai salah satu syarat penyelesaian Sarjana Pendidikan, maka kami mohon kepada Bapak/Ibu memberikan izin kepada mahasiswa untuk melakukan penelitian/riset di tempat Bapak/Ibu pimpin. Adapun data mahasiswa kami tersebut sebagai berikut :

Nama	:	**Syifani Aulia**
N P M	:	2202030023
Program Studi	:	Pendidikan Matematika
Judul Penelitian	:	**Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis *Artificial Intelligence* sebagai *Learning Assistant* Terstruktur untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa SMK**

Demikian hal ini kami sampaikan, atas perhatian dan kesediaan serta kerjasama yang baik dari Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.Akhirnya selamat sejahteralah kita semuanya, Amin.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Dekan

Dra. Hj. Syamsuyurnita, M.Pd.
NIDN.0004066701

Pertinggal

Dipindai dengan CamScanner

***Lampiran 14*: Surat Balasan Riset**

YAYASAN PENDIDIKAN TRIADI TEKNOLOGI
SMK TRITECH INFORMATIKA
TERAKREDITASI "A"
SMK IT MODERN
Jl. Bhayangkara No. 484 Telp. (061) 6635991 Hunting Fax. 061 - 6641576
E-mail : smktritech10@gmail.com Website : www.smktritechinformatika.sch.id

SURAT KETERANGAN
422/TU/SMK.TI/405-VI/2026

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: M. Herizal Sinambela., S.Pd.I
NIP	: -
Jabatan	: Kepala Sekolah

Menerangkan bahwa :

Nama	: **Syifani Aulia**
NIM	: 2202030023
Program Studi	: Pendidikan Matematika
Fakultas	: Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Telah selesai melakukan penelitian di SMK Tritech Informatika Medan berdasarkan surat dari :

Nama Universitas	: UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Nomor Surat	: 1339/II.3-AU/UMSU-02/F/2026
Tanggal Surat	: Medan, 19 Mei 2026
Perihal Surat	: Permohonan Izin Riset
Pelaksanaan Pada	: Tanggal : 25 Mei 2026

Dengan Judul :

Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berbasis Artificial Intelligence sebagai Learning Assistant Terstruktur untuk meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa SMK

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 18 Juni 2026
Kepala SMK Tritech Informatika

M. Herizal Sinambela, S.Pd.I

Tembusan :
1 YP. Triadi Teknologi
2 Arsip

Dipindai dengan CamScanner

Creative Generation Community

***Lampiran 15*: Dokumentasi Penelitian**





