



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

**PEMBANGUNAN MODUL STEM BERASASKAN
PENDEKATAN PROJEK UNTUK LITERASI
SAINTIFIK DAN PEMIKIRAN KRITIS
PELAJAR SEKOLAH RENDAH**

RISKI SEPTIADEVANA



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2025



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

**PEMBANGUNAN MODUL STEM BERASASKAN PENDEKATAN PROJEK
UNTUK LITERASI SAINTIFIK DAN PEMIKIRAN KRITIS
PELAJAR SEKOLAH RENDAH**

RISKI SEPTIADEVANA



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

**TESIS DIKEMUKAKAN BAGI MEMENUHI SYARAT UNTUK MEMPEROLEH
IJAZAH DOKTOR FALSAFAH**

**FAKULTI PEMBANGUNAN MANUSIA
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS**

2025



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi



**INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH /
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES**

**BORANG PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS/DISERTASI/LAPORAN KERTAS PROJEK
DECLARATION OF THESIS/DISSERTATION/PROJECT PAPER FORM**

Tajuk / Title: Pembangunan Modal STEM Berasaskan Pendekatan Projek Untuk
Literasi Sains dan Pemikiran Kritis Pelajar Sekolah Rendah

No. Matrik / Matric's No.: P20221001640

Saya / I: Risli Septiadewani
(Nama pelajar / Student's Name)

mengaku membenarkan Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek (Kedoktoran/Sarjana)* ini disimpan di Universiti Pendidikan Sultan Idris (Perpustakaan Tuanku Bainun) dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-
acknowledged that Universiti Pendidikan Sultan Idris (Tuanku Bainun Library) reserves the right as follows:-

1. Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek ini adalah hak milik UPSI.
The thesis is the property of Universiti Pendidikan Sultan Idris
2. Perpustakaan Tuanku Bainun dibenarkan membuat salinan untuk tujuan rujukan dan penyelidikan.
Tuanku Bainun Library has the right to make copies for the purpose of reference and research.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan Tesis/Disertasi ini sebagai bahan pertukaran antara Institusi Pengajian Tinggi.
The Library has the right to make copies of the thesis for academic exchange.
4. Sila tandakan (✓) bagi pilihan kategori di bawah / Please tick (✓) for category below:-

SULIT/CONFIDENTIAL

Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub dalam Akta Rahsia Rasmi 1972. / Contains confidential information under the Official Secret Act 1972.

TERHAD/RESTRICTED

Mengandungi maklumat terhad yang telah ditentukan oleh organisasi/bedan di mana penyelidikan ini dijalankan. / Contains restricted information as specified by the organization where research was done.

TIDAK TERHAD / OPEN ACCESS

(Tandatangan Pelajar/ Signature)

Tarih: 22 Ogos 2025

PROF. BADA IS KADJANGU @ MAMAR
PENYERAN BINA
(KATIB PERALIHAN PERUMAHAN -
MAMAR) PERBANGSARAN BANGSA
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

(Tandatangan Penyelia / Signature of Supervisor)
& (Nama & Cop Rasmi / Name & Official Stamp)

Ditafirl: Jika Tesis/Disertasi ini **SULIT @ TERHAD**, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkaitan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh laporan ini perlu dikelaskan sebagai **SULIT** dan **TERHAD**.

Notes: If the thesis is **CONFIDENTIAL** or **RESTRICTED**, please attach with the letter from the organization with period and reasons for confidentiality or restriction.



PENGHARGAAN

Alhamdulillah, dengan nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang, hanya dengan izinNya maka tesis ini berjaya disiapkan. Dalam usaha melakukan kajian ini sehingga ke penghujungnya, setinggi-tingginya penghargaan dan terimakasih kepada Profesor Madya Dr. Norazilawati binti Abdullah selaku penyelia yang telah mendorong saya untuk tamat pengajian tepat pada masanya, dan senantiasa memberikan motivasi, cadangan, dan bimbingan dalam menjalankan penyelidikan ini. Ucapan terimakasih juga ditujukan kepada pejabat pendidikan kabupaten Cirebon, Indonesia yang telah memberikan kebenaran penyelidikan. Kepada responden guru dan pakar kajian yang terlibat dari awal penyelidikan hingga akhir. Terimakasih ditujukan untuk Indonesia Heritage Foundation (IHF) kerana memberi saya peluang dan tajaan biasiswa semasa pengajian ini. Juga rakan-rakan di Sekolah Tinggi Pendidikan Holistik berbasis Karakter (STPHBK) atas sokongan dan pemahaman semasa saya menjalankan pengajian. Sekalung penghargaan teristimewa kepada suami tercinta R. Nurbuat Wijaya atas pengertian, kesabaran, dan sokongan selama ini. Juga buat Ibunda N. Dewi Sekarwesma, dan Ayahanda Hartono, terimakasih atas doa yang diberikan. Ucapan penghargaan juga kepada penyelaras program Pesisir Batu Sangkar Dr. Riswan Efendi dan kepada staf Fakulti Pembangunan Manusia (FPM) dan Institut Pengajian Siswazah (IPS) yang telah membantu saya sepanjang pengajian. Akhir sekali, kepada rakan-rakan seperjuangan kohort I, Bu Dian, Bu Dona, dan Bu Tika. Semoga usaha ini mendapati rahmat Allah S.W.T.





ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk membangunkan modul STEM berasaskan pendekatan projek (STEM-PjBL) yang dapat meningkatkan literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar, serta digunakan oleh guru sekolah rendah di Indonesia. Pendekatan yang digunakan adalah reka bentuk dan pembangunan (DDR) yang terdiri daripada tiga fasa. Fasa 1 melibatkan analisis keperluan dengan menggunakan soal selidik kepada 397 orang guru. Seterusnya, fasa 2 melibatkan reka bentuk dan pembangunan, yang mengaplikasikan kaedah kajian literatur, temu bual dengan tujuh orang pakar, dan kaedah Fuzzy Delphi (FDM) yang melibatkan 20 orang pakar. Fasa 3 adalah penilaian kebolegunaan modul menggunakan kaedah kumpulan nominal ubah suai (*modified NGT*) yang melibatkan 21 orang guru pakar yang telah menggunakan modul tersebut. Dapatan kajian fasa 1 menunjukkan bahawa majoriti guru bersetuju terdapat keperluan untuk membangunkan modul STEM-PjBL di peringkat sekolah rendah bagi menggalakkan kemahiran literasi saintifik dan pemikiran kritis. Dapatan kajian fasa 2 menunjukkan bahawa prototaip modul STEM-PjBL telah dibangunkan berdasarkan konstruk dan item yang telah disahkan oleh pakar. Semua konstruk dan item yang dipilih memperoleh kesepakatan pakar $\geq 75.0\%$ memenuhi syarat dengan nilai α -cut 0.5 dan nilai *threshold* (d) ≤ 0.2 . Purata kesahan kandungan menunjukkan keseluruhan modul memperoleh nilai kesahan sebanyak 87.76%, manakala nilai >0.83 diperolehi melalui kiraan I-CVI dan S-CVI. Dapatan fasa 3 menunjukkan peratusan kebolegunaan $\geq 70.0\%$, menandakan bahawa modul berada pada status yang sesuai untuk digunakan. Kesimpulannya, kajian ini menghasilkan modul STEM-PjBL yang berpotensi meningkatkan literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar, serta boleh digunakan dalam pengajaran topik *Jirim dan Perubahannya* di sekolah rendah Indonesia.





DEVELOPMENT OF A STEM MODULE BASED ON A PROJECT APPROACH FOR SCIENTIFIC LITERACY AND CRITICAL THINKING OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS

ABSTRACT

This study aims to develop a STEM module based on a project approach (STEM-PjBL) to enhance students' scientific literacy and critical thinking for the use of primary school teachers in Indonesia. The study follows a Design and Development (DDR) framework which consists three phases. Phase 1 involves a needs analysis conducted through a questionnaire distributed to 397 teachers. Phase 2 is design and development, applying the literature review method, interviews with seven experts, and the Fuzzy Delphi method (FDM) involving 20 experts. Phase 3, assesses the module usability using the modified nominal group method (modified NGT) involving 21 expert teachers who have implemented the module. The findings of the phase 1 showed that the majority of teachers agreed that there was a need to develop STEM-PjBL modules at the primary school level to promote scientific literacy and critical thinking skills. The findings of the phase 2, developed a prototype of STEM-PjBL module based on constructs and items that have been confirmed by experts. All the selected constructs and items achieved expert consensus $\geq 75.0\%$ met the conditions with an α -cut value ≥ 0.5 and a threshold value (d) ≤ 0.2 . The average content validity showed that the whole module obtained a validity value score of 87.76% and a CVI value > 0.83 based on I-CVI and S-CVI calculations. Phase 3 results showed that the module's usability in all areas was at a level appropriate for use, with a usability percentage of $\geq 70.0\%$. In conclusion, this study produced a STEM-PjBL module that has the potential to improve students' scientific literacy and critical thinking skills and can be used to teach the topic of Matter and its Changes in Indonesian primary schools.



KANDUNGAN

Muka Surat

PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN	ii
PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xiv
SENARAI RAJAH	xx
SENARAI LAMPIRAN	xxii
BAB 1 PENGENALAN	
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Latar belakang kajian	2
1.3 Pernyataan masalah	10
1.4 Objektif kajian	27
1.5 Persoalan kajian	28
1.6 Kerangka konseptual	29
1.7 Definisi operasional	32
1.8 Batasan kajian	36

1.9	Kepentingan kajian	38
1.10	Rumusan	40

BAB 2 TINJAUAN LITERATUR

2.1	Pengenalan	41
2.2	Kerangka teori	42
2.2.1	Teori konstruktivisme	42
2.2.2	Teori domain kognitif	52
2.2.3	Teori domain afektif	56
2.2.4	Teori domain psikomotor	60
2.3	Model inkuiri	64
2.4	Aktiviti pembelajaran berasaskan projek	72
2.5	Pendidikan STEM	80
2.5.1	Pendekatan STEM dalam pembelajaran	84
2.5.2	Proses reka bentuk kejuruteraan (EDP) dalam STEM	89
2.5.3	Kajian lepas pendidikan STEM	95
2.6	Kemahiran literasi saintifik	104
2.6.1	Peringkat literasi saintifik	105
2.6.2	Kajian-kajian lepas literasi saintifik	108
2.7	Kemahiran pemikiran kritis	113
2.7.1	Peringkat pemikiran kritis	115
2.7.2	Kajian-kajian lepas pemikiran kritis	117
2.8	Pengajaran dan pembelajaran jirim dan perubahannya	120
2.9	Pembangunan modul dan model berkaitan	124
2.9.1	Model analisis keperluan McKillip	124
2.9.2	Model Taba (1962)	128

2.9.3	Model pembangunan modul Sidek & Jamaludin	132
2.9.4	Model kebolegunaan pedagogi	139
2.10	Rumusan	144

BAB 3 METODOLOGI KAJIAN

3.1	Pengenalan	145
3.2	Reka bentuk kajian	146
3.3	Fasa 1 analisis keperluan	150
3.3.1	Sampel kajian fasa 1	152
3.3.2	Instrumen kajian fasa 1	154
3.3.3	Kesahan dan kebolehpercayaan Instrumen kajian fasa 1	157
3.3.4	Prosedur pengumpulan dan analisis data fasa 1	159
3.4	Fasa 2 reka bentuk dan pembangunan	162
3.4.1	Pendekatan kaedah <i>Fuzzy Delphi</i> (FDM)	167
3.4.2	Sampel kajian fasa 2	169
3.4.3	Instrumen kajian fasa 2	171
3.4.4	Kesahan dan kebolehpercayaan Instrumen kajian fasa 2	173
3.4.5	Prosedur pengumpulan dan analisis data fasa 2	174
3.5	Fasa 3 penilaian kebolegunaan	181
3.5.1	Sampel kajian fasa 3	182
3.5.2	Instrumen kajian fasa 3	183
3.5.3	Kesahan dan kebolehpercayaan Instrumen kajian fasa 3	185
3.5.4	Prosedur pengumpulan dan analisis data fasa 3	185
3.6	Matriks kajian	189
3.7	Rumusan	192

BAB 4 DAPATAN KAJIAN

4.1	Pengenalan	193
4.2	Dapatan fasa 1 analisis keperluan	194
4.2.1	Demografik responden	196
4.2.2	Dapatan persepsi guru tentang masalah sedia ada berkaitan STEM dan PjBL	200
4.2.3	Dapatan persepsi guru tentang keperluan membangunkan modul	204
4.2.4	Dapatan persepsi guru tentang topik yang perlu dibangunkan	208
4.3	Dapatan fasa 2 analisis reka bentuk dan pembangunan	211
4.3.1	Dapatan sub fasa reka bentuk konstruk utama modul STEM-PjBL	213
4.3.2	Dapatan sub fasa reka bentuk item-item bagi Setiap konstruk utama modul STEM-PjBL	216
4.3.2.1	Reka bentuk item-item bagi konstruk utama objektif modul	217
4.3.2.2	Reka bentuk item-item bagi konstruk utama struktur modul	219
4.3.2.3	Reka bentuk item-item bagi konstruk utama kandungan modul	224
4.3.2.4	Reka bentuk item-item bagi konstruk utama strategi dalam modul	243
4.3.2.5	Reka bentuk item-item bagi konstruk utama alat dan bahan bantu pengajaran dalam modul	245
4.3.2.6	Reka bentuk item-item bagi konstruk utama peniaian dalam modul	250
4.3.3	Dapatan sub fasa pembangunan konstruk utama modul STEM-PjBL berdasarkan kaedah <i>Fuzzy Delphi</i> (FDM)	252
4.3.4	Dapatan sub fasa reka bentuk item-item bagi Setiap konstruk utama modul STEM-PjBL	259

berdasarkan Kaedah *Fuzzy* Delphi (FDM)

4.3.4.1 Dapatan item objektif modul berdasarkan Kaedah *Fuzzy* Delphi (FDM) 260

4.3.4.2 Dapatan item struktur modul berdasarkan Kaedah *Fuzzy* Delphi (FDM) 265

4.3.4.3 Dapatan item kandungan modul berdasarkan Kaedah *Fuzzy* Delphi (FDM) 274

4.3.4.4 Dapatan item strategi dalam modul berdasarkan Kaedah *Fuzzy* Delphi (FDM) 292

4.3.4.5 Dapatan item alat dan bahan bantu pengajaran berdasarkan Kaedah *Fuzzy* Delphi (FDM) 295

4.3.4.6 Dapatan item penilaian dalam modul berdasarkan Kaedah *Fuzzy* Delphi (FDM) 299

4.3.4.7 Pengesahan pakar terhadap modul STEM-PjBL yang telah dibangunkan 303

4.4 Dapatan fasa 3 penilaian kebolegunaan 327

4.4.1 Demografik responden 331

4.4.2 Analisis penilaian kebolegunaan modul STEM-PjBL bagi kawalan diri pengguna 332

4.4.3 Analisis penilaian kebolegunaan modul STEM-PjBL bagi aktiviti pengguna 334

4.4.4 Analisis penilaian kebolegunaan modul STEM-PjBL bagi pembelajaran kooperatif/kolaboratif 335

4.4.5 Analisis penilaian kebolegunaan modul STEM-PjBL bagi orientasi objektif 336

4.4.6 Analisis penilaian kebolegunaan modul STEM-PjBL bagi pelaksanaan 337

4.4.7 Analisis penilaian kebolegunaan modul STEM-PjBL bagi nilai tambah 338

4.4.8 Analisis penilaian kebolegunaan modul STEM-PjBL bagi motivasi 339

4.4.9	Analisis penilaian kebolehgunaan modul STEM-PjBL bagi pengetahuan terdahulu	341
4.4.10	Analisis penilaian kebolehgunaan modul STEM-PjBL bagi fleksibiliti	342
4.4.11	Analisis penilaian kebolehgunaan modul STEM-PjBL bagi maklum balas	343
4.4.12	Analisis penilaian kebolehgunaan keseluruhan Aspek modul	344
4.5	Rumusan	348

BAB 5 PERBINCANGAN, KESIMPULAN, DAN CADANGAN

5.1	Pengenalan	351
5.2	Ringkasan kajian	352
5.3	Perbincangan dapatan fasa 1 (analisis keperluan)	354
5.3.1	Persepsi guru terhadap masalah sedia ada berkaitan STEM dan PjBL	355
5.3.2	Persepsi guru tentang keperluan membangunkan modul STEM-PjBL	360
5.3.3	Persepsi guru terhadap topik yang perlu dibangunkan	366
5.4	Perbincangan dapatan fasa 2 (reka bentuk dan pembangunan)	369
5.4.1	Konstruk utama modul STEM-PjBL berdasarkan kesepakatan pakar	370
5.4.2	Item-item bagi setiap konstruk utama modul STEM-PjBL berdasarkan kesepakatan pakar	372
5.4.3	Turutan keutamaan item untuk setiap konstruk utama dalam modul STEM-PjBL berdasarkan kesepakatan pakar	384
5.5	Perbincangan dapatan fasa 3 (penilaian kebolehgunaan)	387
5.6	Kesimpulan kajian	390
5.7	Implikasi kajian	393

5.7.1	Implikasi teorikal	393
5.7.2	Implikasi amalan	395
5.8	Cadangan kajian	396
5.8.1	Cadangan kepada guru dan kementerian pendidikan	396
5.8.2	Cadangan kajian lanjutan	399
5.9	Rumusan	400
	RUJUKAN	402
	LAMPIRAN	452

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
1.1	Perbandingan markah PISA pelajar Indonesia dengan purata OECD dalam sains	11
1.2	Elemen pemahaman dan kemahiran proses dalam silibus Sains Kurikulum Merdeka	13
1.3	Kajian pembangunan modul STEM di Indonesia	23
2.1	Konsep dan kemahiran setiap peringkat untuk program BSCS	65
2.2	Empat komponen STEM	81
2.3	Penjajaran EDP dan 5E	91
2.4	Penerangan terperinci tentang kecekapan saintifik untuk Setiap aspek literasi saintifik	106
2.5	Peringkat kemahiran pemikiran kritis (Facione, 2015)	115
2.6	Teras pemikiran kritis (Ennis, 1985)	116
2.7	Huraian kriteria kebolegunaan pedagogi Nokelainen (2006)	141
3.1	Kajian pembangunan oleh Richey & Klein (2010)	148
3.2	Kaedah berdasarkan pendekatan DDR	148
3.3	Peserta fasa analisis keperluan	154
3.4	Tahap persetujuan untuk 5 skala Likert	156
3.5	Nilai <i>Cronbach Alpha</i> instrumen analisis keperluan	158
3.6	Penerimaan peratusan maklum balas	161
3.7	Tafsiran skor min	162

3.8	Sub fasa, kaedah, dan penerangan dalam fasa reka bentuk dan pembangunan	165
3.9	Nilai <i>Cronbach Alpha</i> instrumen <i>Fuzzy Delphi</i> item modul	173
3.10	Skala pembolehubah linguistik 7 mata	177
3.11	Contoh nilai threshold (d) bagi 20 pakar dan 3 item	178
3.12	Contoh peratusan kesepakatan pakar	179
3.13	Contoh nilai skor Fuzzy (A)	181
3.14	Langkah NGT Perry & Linsley (2006)	187
3.15	Langkah untuk melaksanakan teknik nominal ubah suai (<i>modified</i> NGT)	187
3.16	Matriks kajian mengikut fasa	190
4.1	Keterangan bab dapatan kajian	194
4.2	Jumlah guru lelaki dan perempuan pada setiap peringkat umur	196
4.3	Pengalaman responden guru	197
4.4	Kelulusan akademik responden guru	198
4.5	Peringkat pengajaran di sekolah rendah responden guru	198
4.6	Penyertaan dalam bengkel PjBL responden guru	199
4.7	Penyertaan dalam bengkel STEM responden guru	199
4.8	Penyertaan sebagai guru penggerak responden guru	199
4.9	Analisis persepsi guru terhadap masalah sedia ada berkaitan STEM dan pembelajaran berasaskan projek	201
4.10	Analisis persepsi guru tentang keperluan pembangunan modul	205
4.11	Analisis persepsi guru terhadap topik yang perlu dibangunkan	208
4.12	Sebab topik sains dianggap sukar dan menimbulkan miskonsepsi	209
4.13	Reka bentuk dan perincian konstruk utama modul STEM-PjBL	214
4.14	Item-item objektif modul berdasarkan kajian literatur dan temu bual pakar	218



4.15	Struktur modul ajar kurikulum merdeka	220
4.16	Item-item struktur modul berdasarkan kajian literatur dan temu bual pakar	222
4.17	Item struktur modul selepas tinjauan literatur dan temu bual pakar	223
4.18	Dapatan analisis literatur untuk kandungan modul (STEM)	224
4.19	Elemen STEM dalam modul dan pelaksanaannya dalam pembelajaran	229
4.20	Dapatan analisis literatur untuk kandungan modul (literasi saintifik)	230
4.21	Dapatan analisis literatur untuk kandungan modul (pemikiran kritis)	232
4.22	Item kandungan modul (STEM) berdasarkan tinjauan literatur dan temu bual pakar	237
4.23	Item kandungan modul (STEM) selepas tinjauan literatur dan temu bual pakar	238
4.24	Item kandungan modul (pemikiran kritis) berdasarkan tinjauan literatur dan temu bual pakar	241
4.25	Item kandungan modul (projek) berdasarkan tinjauan literatur dan temu bual pakar	242
4.26	Item strategi berdasarkan kajian literatur dan temu bual pakar	244
4.27	Dapatan analisis literatur untuk alat dan bahan bantu pengajaran	246
4.28	Item alat dan bahan bantu pengajaran berdasarkan tinjauan literatur dan temu bual pakar	247
4.29	Item penilaian dalam modul berdasarkan tinjauan literatur dan temu bual pakar	249
4.30	Dapatan analisis literatur untuk penilaian dalam modul	250
4.31	Cadangan penilai bagi borang FDM	251
4.32	Maklumat deografi pakar	254
4.33	Langkah-langkah bagi kaedah <i>Fuzzy Delphi</i>	256
4.34	Nilai <i>threshold (d)</i> setiap item konstruk utama modul STEM-PjBL	257
4.35	Konstruk utama modul STEM-PjBL berdasarkan analisa <i>Fuzzy Delphi (FDM)</i>	258





4.36	Nilai <i>threshold (d)</i> setiap item objektif modul STEM-PjBL	260
4.37	Item objektif modul berdasarkan analisis <i>Fuzzy Delphi (FDM)</i>	261
4.38	Nilai <i>threshold (d)</i> setiap item struktur modul STEM-PjBL	265
4.39	Item struktur modul berdasarkan analisis <i>Fuzzy Delphi (FDM)</i>	267
4.40	Nilai <i>threshold (d)</i> setiap item kandungan (STEM) dalam modul STEM-PjBL	274
4.41	Item kandungan modul (STEM) berdasarkan analisis <i>Fuzzy Delphi (FDM)</i>	276
4.42	Nilai <i>threshold (d)</i> setiap item kandungan (literasi saintifik) dalam modul STEM-PjBL	282
4.43	Item kandungan modul (literasi saintifik) berdasarkan analisis <i>Fuzzy Delphi (FDM)</i>	283
4.44	Nilai <i>threshold (d)</i> setiap item kandungan (pemikiran kritis) dalam modul STEM-PjBL	285
4.45	Item kandungan modul (pemikiran kritis) berdasarkan analisis <i>Fuzzy Delphi (FDM)</i>	286
4.46	Nilai <i>threshold (d)</i> setiap item kandungan (projek) dalam modul STEM-PjBL	288
4.47	Item kandungan modul (projek) berdasarkan analisis <i>Fuzzy Delphi (FDM)</i>	289
4.48	Nilai <i>threshold (d)</i> setiap item strategi dalam modul STEM-PjBL	292
4.49	Item strategi dalam modul berdasarkan analisis <i>Fuzzy Delphi (FDM)</i>	293
4.50	Nilai <i>threshold (d)</i> setiap item alat dan bahan bantu pengajaran dalam modul STEM-PjBL	296
4.51	Item alat dan bahan bantu pengajaran berdasarkan analisis <i>Fuzzy Delphi (FDM)</i>	297
4.52	Nilai <i>threshold (d)</i> setiap item penilaian dalam modul STEM-PjBL	300
4.53	Item penilaian dalam modul berdasarkan analisis <i>Fuzzy Delphi (FDM)</i>	301
4.54	Pencapaian pembelajaran dan objektif pembelajaran dalam modul	304



4.55	Integrasi kompetensi literasi saintifik dan pemikiran kritis Dalam modul STEM-PjBL	306
4.56	Konsep STEM yang dipelajari dalam modul STEM-PjBL	307
4.57	Dimensi item-item bagi tahap kesahan modul	311
4.58	Keterangan dan kiraan I-CVI dan S-CVI/Ave	313
4.59	Pengkodean I-CVI daripada empat skala Likert	313
4.60	Nilai CVI mengikut bilangan pakar	314
4.61	Frekuensi, peratus, dan CVI bagi objektif pembelajaran	315
4.62	Frekuensi, peratus, dan CVI bagi kandungan modul	316
4.63	Frekuensi, peratus, dan CVI bagi format dan bahasa modul	317
4.64	Frekuensi, peratus, dan CVI bagi penyampaian modul	318
4.65	Frekuensi, peratus, dan CVI bagi kegunaan modul	319
4.66	Frekuensi, peratus, dan CVI bagi penilaian dalam modul	321
4.67	Komen dan cadangan pakar pengesahan modul	322
4.68	Purata peratus bagi keseluruhan kandungan modul	326
4.69	Perwakilan kod pakar kajian dalam teknik kumpulan nominal (NGT)	328
4.70	Demografik pakar kajian kebolegunaan modul STEM-PjBL	331
4.71	Dapatan data teknik kumpulan nomial: penilaian kebolegunaan modul STEM-PjBL bagi aspek kawalan diri pengguna	333
4.72	Dapatan data teknik kumpulan nomial: penilaian kebolegunaan modul STEM-PjBL bagi aspek aktiviti pengguna	334
4.73	Dapatan data teknik kumpulan nomial: penilaian kebolegunaan modul STEM-PjBL bagi aspek pembelajaran koperatif/kolaboratif	336
4.74	Dapatan data teknik kumpulan nomial: penilaian kebolegunaan modul STEM-PjBL bagi aspek orientasi objektif	337
4.75	Dapatan data teknik kumpulan nomial: penilaian kebolegunaan modul STEM-PjBL bagi aspek pelaksanaan	338
4.76	Dapatan data teknik kumpulan nomial: penilaian kebolegunaan	339

modul STEM-PjBL bagi aspek nilai tambah

4.77	Dapatan data teknik kumpulan nomial: penilaian kebolehgunaan modul STEM-PjBL bagi aspek motivasi	340
4.78	Dapatan data teknik kumpulan nomial: penilaian kebolehgunaan modul STEM-PjBL bagi aspek pengetahuan terdahulu	341
4.79	Dapatan data teknik kumpulan nomial: penilaian kebolehgunaan modul STEM-PjBL bagi aspek fleksibiliti	342
4.80	Dapatan data teknik kumpulan nomial: penilaian kebolehgunaan modul STEM-PjBL bagi aspek maklum balas	343
4.81	Purata peratus bagi keseluruhan kebolehgunaan modul	344
4.82	Hasil perbincangan peserta kajian dalam kumpulan bagi kebolehgunaan modul	345
4.83	Cadangan peserta kajian bagi modul yang dibangunkan	347

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
1.1 Kerangka konseptual kajian	30
2.1 Teori pembelajaran konstruktivisme	44
2.2 Zon pembelajaran kognitif Vygotsky	51
2.3 Amalan teras instruksional untuk pengajaran sains (Bybee, 2013)	69
2.4 Langkah Pembelajaran Proses Reka Bentuk Kejuruteraan (EDP) (Cunningham, 2018)	92
2.5 Langkah Pembelajaran Proses Reka Bentuk Kejuruteraan (EDP)	93
2.6 Contoh bahan pengajaran perubahan keadaan jirim	122
2.7 Model pengembangan kurikulum Taba	129
2.8 Model pembangunan modul Sidek & Jamaludin (2005)	135
3.1 Carta alur penyelidikan	149
3.2 Prosedur menjalankan kajian	159
3.3 Reka bentuk dan pembangunan modul sub fasa reka bentuk dan sub fasa pembangunan	164
3.4 Langkah-langkah pembangunan modul	166
3.5 Nombor <i>Triangular Fuzzy</i>	175
3.6 Carta alir prosedur kaedah <i>Fuzzy Delphi</i> (FDM)	176
4.1 Contoh bahan bacaan pelajar dalam modul	305
4.2 Adaptasi model Taba (1962) dalam pembangunan modul	308

STEM-PjBL

4.3	Muka hadapan dan muka belakang modul STEM-PjBL	309
4.4	Penambahbaikan modul	325
5.1	Gambaran keseluruhan konstruk dalam modul berdasarkan Persetujuan pakar	373



SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN A1	Surat kelulusan menjalankan kajian pendahuluan daripada jawatankuasa pendidikan Kabupaten Cirebon
LAMPIRAN A2	Surat kelulusan menjalankan kajian daripada jawatankuasa pendidikan Kabupaten Cirebon
LAMPIRAN B	Soal selidik analisis keperluan
LAMPIRAN C1	Soal selidik <i>Fuzzy</i> Delphi bagi konstruk utama dalam modul
LAMPIRAN C2	Soal selidik <i>Fuzzy</i> Delphi bagi item dalam modul
LAMPIRAN D	Senarai kehadiran pakar perbengkelan <i>Fuzzy</i> Delphi
LAMPIRAN E	Soal selidik penilaian kesahan modul STEM-PjBL
LAMPIRAN F	Soal selidik kebolegunaan modul
LAMPIRAN G	Senarai kehadiran perbengkelan NGT
LAMPIRAN H	Dapatan <i>Alpha Cronbach</i>
LAMPIRAN I	Modul STEM-PjBL





BAB 1

Pengenalan



Pendidikan di sekolah rendah menyediakan asas kukuh bagi rakyat untuk menghadapi dan menyesuaikan diri dengan era perubahan. Dalam persekitaran sekolah rendah, Pengajaran dan Pembelajaran (PdP) sains berfungsi sebagai pendedahan awal kepada mata pelajaran tersebut serta mengukuhkan hubungan pelajar dengan aspirasi dan kerjaya dalam bidang tersebut. Pelbagai aspek perlu dikembangkan dalam pembelajaran sains pada abad ke-21, antaranya literasi saintifik (Yılmaz, 2021) dan pemikiran kritis (Affandy, Aminah, & Supriyanto, 2019). Melalui pendidikan Sains, Teknologi, *Engineering* dan Matematik (STEM) terbuka peluang kepada pelajar untuk tidak hanya berjaya dalam ujian tetapi untuk mempersiapkan pelajar menjadi peserta aktif dalam perubahan dunia yang pesat. Sebaliknya, pembelajaran berasaskan projek (PjBL) merupakan model berkesan yang dapat menyediakan pelbagai strategi yang





diperlukan untuk berjaya dalam abad ke-21. Bab ini menerangkan keperluan asas dalam menjalankan kajian seperti latar belakang kajian, pernyataan masalah, objektif kajian, persoalan kajian, kerangka konseptual, definisi operasional, batasan kajian, dan kepentingan kajian.

1.2 Latar belakang kajian

Dalam bidang pendidikan, penyediaan pelajar agar mampu bersaing dalam menangani globalisasi abad ke-21 telah menjadi agenda penting pada hari ini (Berg et al., 2021). Kementerian Pendidikan Indonesia melalui pelan strategik 2020-2024 cuba melakukan transformasi yang mampan dalam bidang pendidikan. Hal ini berdasarkan kepercayaan bahawa dalam menghadapi cabaran Abad ke-21, perlu dilakukan transformasi dan penambahbaikan yang ketara dalam bidang pendidikan (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2020). Bermula tahun 2020, Kementerian Pendidikan Indonesia memperkenalkan Kurikulum Merdeka yang merupakan paradigma baharu dalam pendidikan yang memudahkan merealisasikan pembelajaran abad ke-21.

Selanjutnya, pembelajaran abad ke-21 memerlukan kemahiran yang kompleks, yang sepatutnya memuatkan pengetahuan, kemahiran berfikir, kemahiran literasi informasi, literasi digital, literasi saintifik, kreativiti, serta pengalaman langsung dalam konteks sesuatu subjek (Chaiyama, 2019; Ilma, Wilujeng, Widowati, Nurtanto, & Kholifah, 2023; Kholifah et al., 2023). Salah satu matlamat strategik kementerian pendidikan Indonesia dalam merealisasikan pembelajaran abad ke-21 adalah untuk meningkatkan kualiti pembelajaran dan perkaitan pendidikan di semua peringkat.





Berkaitan dengan konteks pendidikan sains adalah dengan meningkatkan purata skor PISA (*Programme for International Student Assessment*).

Sehubungan dengan itu, banyak negara menggunakan keputusan pentaksiran antarabangsa berskala besar seperti PISA dan TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) sebagai ukuran kejayaan sistem pendidikan sesebuah negara (Braun & Singer, 2019). Negara yang mempunyai pencapaian PISA atau TIMSS yang baik boleh dikatakan sebagai negara yang mempunyai pendidikan yang berkualiti, sebaliknya jika pencapaian PISA dan TIMSS menurun, aspek ini boleh dijadikan penanda aras negatif kepada sistem pendidikan negara. Hal ini kerana sains, matematik, dan teknologi menjadi asas serta mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan daya saing global (Matyushok, Krasavina, Berezin, & García, 2021). PISA mengukur kebolehan matematik, sains, dan membaca pelajar sewaktu mereka berumur 15 tahun, manakala TIMSS mengukur kemahiran matematik dan sains pelajar semasa mereka dalam darjah 4 dan darjah 8. PISA mengukur pencapaian literasi saintifik pelajar dari segi pengetahuan saintifik dan kecekapan yang diperlukan untuk berjaya dalam masyarakat (She, Lin, & Huang, 2019). Sebaliknya pentaksiran sains dalam TIMSS berasaskan kerangka komprehensif yang merangkumi dua dimensi utama, iaitu dimensi kandungan, yang menentukan aspek ilmu yang akan dinilai, dan dimensi kognitif, yang menentukan proses pemikiran yang akan diuji (Mullis, Martin, & Foy, 2016). Oleh itu keputusan kajian PISA dan TIMSS juga boleh digunakan untuk mengukur kualiti pendidikan sains di sesebuah negara.

Selari dengan itu, literasi saintifik telah semakin diketengahkan sebagai matlamat pendidikan sains dalam beberapa dekad kebelakangan ini (Almeida, Santos,





& Justi, 2022). Literasi saintifik ialah satu kecekapan penting untuk menangani dan mengikuti perkembangan teknologi yang semakin canggih pada masa ini (Fausan, Susilo, Gofur, Sueb, & Yusop, 2021). Literasi saintifik juga merupakan konsep pendidikan yang diiktiraf secara meluas dan merupakan komponen utama kurikulum kebangsaan di pelbagai negara untuk membantu mempercepatkan globalisasi pendidikan sains (Wang, Lavonen, & Tirri, 2019). Dalam pembelajaran sains, literasi saintifik diperlukan kerana aspek ini dapat menyokong kemahiran mengenal pasti dan menjelaskan fenomena sains, serta menyamaratakan fakta saintifik (Hartono, Djulia, Hasruddin, & Jayanti 2023).

Sementara itu, salah satu matlamat keutamaan pembangunan lestari dalam pembelajaran sains abad ke-21 yang disyorkan oleh *United National, Educational, Scientific, and Cultural Organization* (UNESCO) dan Pertubuhan Kerjasama dan Pembangunan Ekonomi (OECD) adalah untuk menggalakkan pemikiran kritis dan sistemik (Merma-Molina, Gavilán-Martín, Baena-Morales, & Urrea-Solano, 2022). Seterusnya, pendidikan di sekolah rendah menyediakan asas kepada rakyat untuk menjadi sebahagian daripada era perubahan, dan untuk mampu bersaing pada abad ke-21 pelajar juga perlu dilengkapi kemahiran pemikiran kritis sejak kecil lagi. Kemahiran pemikiran kritis menjadikan seseorang lebih bijak dalam membuat keputusan kerana kini setiap orang boleh mengakses pelbagai jenis maklumat dengan mudah melalui internet (Abdurrahman, Setyaningsih, & Jalmo, 2019). Berdasarkan ini pemikiran kritis menjadi kemahiran penting untuk dikembangkan secara berterusan (Rodriguez-Dono & Hernández-Fernández, 2021; Tang, Vezzani, & Eriksson, 2020; Urquidi-Martín, Tamarit-Aznar, & Sánchez-García, 2019).





Dalam kajian lain, pendidikan STEM merupakan kaedah pembelajaran alternatif untuk membangunkan kemahiran abad ke-21 serta memupuk inovasi bagi meningkatkan keupayaan ini (Ilma et al., 2023). Dalam dua dekad yang lalu, tumpuan untuk mereka membentuk pengalaman pembelajaran STEM untuk pelajar pada peringkat sekolah rendah dan menengah terus meningkat (Hurley, Butler, & McLoughlin, 2024). Kerajaan Indonesia masih belum mengeluarkan peraturan rasmi mengenai pendidikan STEM dalam kurikulum pembelajaran. Namun begitu, pelbagai kajian berkaitan pelaksanaan STEM dalam pembelajaran telah dijalankan.

Seterusnya, tujuan pembelajaran sains di sekolah rendah adalah untuk meningkatkan kecintaan kanak-kanak terhadap sains semula jadi. Pelajar boleh terus belajar dan meneroka disiplin sains ke peringkat pengajian tinggi dan meningkatkan deria pengetahuan kanak-kanak. Dengan adanya mata pelajaran Sains di sekolah rendah, pelajar akan didorong untuk meneliti dan meneroka penemuan baharu tentang alam, sekali gus membantu mereka memahami alam sekitar dan persekitarannya. Hal ini demikian kerana supaya mereka boleh bijak dan bertindak positif dalam menjaga alam yang merangkumi masyarakat, teknologi dan sains, serta merangsang pelajar untuk menyelesaikan masalah kejadian alam di sekeliling mereka. Pendidikan STEM boleh dikaitkan dengan aplikasi kaedah pembelajaran saintifik dalam kelas sains (Septiadevana & Norazilawati Abdullah, 2024). Guru sering menggunakan pendekatan STEM untuk membentangkan konteks dan masalah kehidupan sebenar dan menjadikan pembelajaran lebih menarik. Pendekatan ini diyakini mampu menyokong pencapaian aspek afektif dan kognitif dalam pembelajaran sains, meningkatkan minat pelajar, serta menggalakkan mereka menyelesaikan masalah semasa proses pembelajaran.





Selanjutnya, keistimewaan pendidikan STEM dalam menghadapi persaingan abad ke-21 termasuk menggalakkan dan menyokong pelajar menjadi pemikir kritis, penyelesaian masalah, individu yang kreatif sejak kecil, serta literasi saintifik sebagai salah satu kecakapan teras dalam abad ke-21 (Cohen & Stupiansky, 2020; Fausan et al., 2021; Seage & Türegün, 2020). Pendidikan STEM dipercayai dapat mencipta pembelajaran yang menarik, membantu pencapaian domain afektif dan kognitif dalam pembelajaran sains, meningkatkan minat pelajar, dan seterusnya pelajar dapat menyelesaikan masalah semasa mempelajari sains (Wahyu, Suastra, Sadia, & Suarni, 2020). STEM ialah bidang antara disiplin yang berbeza tetapi saling melengkapi, memperkukuh, dan menyokong antara satu sama lain, sekali gus memupuk pendekatan holistik untuk menyelesaikan masalah (Burrows, Lockwood, Borowezak, Janak, & Barber, 2018).



Penanaman sikap positif terhadap sains serta pembentukan identiti yang berkaitan dengan STEM sejak awal berpotensi mempengaruhi pemilihan jurusan atau kerjaya pelajar pada masa hadapan. Di sekolah rendah, pendidikan STEM memberi tumpuan untuk memperkenalkan STEM dan menyedarkan pelajar tentang kepentingan pendidikan STEM. Pengalaman positif dengan STEM pada peringkat awal pendidikan adalah penting kerana dapat menanam asas dalam konsep sendiri seseorang, sekali gus membuka peluang untuk mempertimbangkan kerjaya berkaitan STEM sebagai pilihan pada masa hadapan (Schlegel et al., 2019).

Di samping kepentingannya yang besar bagi pelajar, tidak dapat dinafikan bahawa guru mempunyai peranan yang penting dalam merealisasikan pendidikan STEM di dalam bilik darjah. Dalam pendidikan STEM, guru mencabar pelajar dan





memberikan bimbingan dan nasihat yang responsif, bertindak balas secara langsung kepada minat pelajar sambil mengekalkan standard dan jangkaan yang tinggi (Morrison et al., 2021). Guru mempunyai peranan penting dalam mereka bentuk aktiviti pembelajaran yang boleh menggalakkan pelajar membangunkan kemahiran menyelesaikan masalah, meningkatkan kreativiti, dan membina kebolehan bekerjasama (Madahae, Pisapak, & Thanyasirikul, 2021). Dalam pembelajaran STEM, guru bertindak sebagai fasilitator dan penghantar maklumat serta mewujudkan persekitaran pembelajaran yang menyokong penerokaan dan eksperimen (Nurkanti & Darta, 2019). Selain itu, penerapan model pembelajaran STEM juga dapat memberi sumbangan yang besar kepada kebolehan guru dalam mengurus persekitaran sekolah (Nurkanti & Darta, 2019). Oleh itu, guru perlu mendapatkan sokongan daripada pihak kerajaan atau pihak berkaitan untuk memastikan akses kepada latihan STEM, kemudahan mendapatkan maklumat, serta ketersediaan bahan pengajaran yang berkaitan dengan STEM.

Dalam era digital yang semakin berkembang ini, guru berdepan dengan pelbagai cabaran baharu yang menekankan kepentingan pembangunan profesional berterusan, termasuk akses kepada pendekatan pembelajaran terkini termasuk pendidikan dan strategi STEM yang menarik minat pelajar serta bersesuaian dengan cabaran semasa. Program-program untuk guru mempunyai peranan penting dalam meningkatkan kefahaman guru terhadap aktiviti pembelajaran berasaskan STEM, meningkatkan kualiti pengajaran dan mengukuhkan kebolehan guru untuk mengintegrasikan bahan baharu dalam pembelajaran (Madahae et al., 2021; Punsrigate Khonjaroen & Srikoon, 2021). Sebagai pemimpin dalam proses pembelajaran, guru perlu mempunyai kompetensi yang mencukupi dalam profesion mereka. Kompetensi ini amat penting bagi memastikan aktiviti pembelajaran berlangsung secara optimum (Susilo &





Sudrajat, 2020). Dalam usaha meningkatkan kualiti pembelajaran, guru boleh mengaplikasikan pelbagai pendekatan yang selaras dengan perkembangan abad ke-21. Satu pendekatan yang kini diguna pakai oleh pelbagai negara di dunia ialah pendekatan STEM.

Di sekolah rendah, guru mempunyai tugas dan cabaran yang lebih besar, selain mengajar topik mengikut mata pelajaran, guru juga bertanggungjawab untuk menyemai sikap positif dalam diri pelajar terhadap mata pelajaran tersebut yang menjadi asas kepada pembelajaran mereka pada peringkat seterusnya. Bagi pembelajaran profesional guru dan pendidikan STEM, pendekatan pedagogi berasaskan inkuiri semakin diterapkan, disertai dengan penggunaan perkongsian antara sekolah dan industri pada peringkat pendidikan rendah (Attard, Berger, & Mackenzie, 2021). Antara langkah yang boleh diambil untuk menyokong pembelajaran profesional guru STEM termasuk membina pemahaman yang selaras mengenai pendidikan STEM dalam kalangan guru serta memberikan sokongan kepada mereka untuk meneroka peranan industri STEM serta hubungannya dengan masyarakat secara lebih luas (Hurley et al., 2024).

Sementara itu, dalam mengenal pasti masalah yang wujud, Kementerian pendidikan Indonesia mengenal pasti cabaran yang dihadapi dalam memajukan pendidikan berkaitan dengan ekosistem pendidikan, guru, pedagogi, dan kurikulum termasuk 1) mengubah perspektif pembelajaran daripada beban kepada pengalaman yang menyenangkan, 2) mengalihkan peranan guru daripada sekadar penyampai ilmu kepada fasilitator pembelajaran, dan 3) Beralih daripada pembelajaran manual atau bersemuka kepada pembelajaran yang dipermudahkan oleh teknologi (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2020). Pengaplikasikan pendekatan pembelajaran





berasaskan STEM dalam pendidikan boleh menjadi alternatif untuk mengatasi cabaran pendidikan yang berlaku di Indonesia.

Dari sudut yang lain pula, salah satu kunci utama pembangunan lestari yang disyorkan oleh UNESCO adalah untuk menyokong pembelajaran berasaskan projek (PjBL) (OECD, 2019). PjBL merupakan strategi pengajaran yang penting bagi memastikan pelajar bersedia untuk memasuki dunia pekerjaan dengan kemahiran dan pengetahuan yang relevan dan supaya mereka dapat bersaing dalam kehidupan masa hadapan (Viro, Lehtonen, Joutsenlathi, & Tahvanainen, 2020). PjBL dapat membantu mengembangkan proses inkuiri serta meningkatkan minat pelajar dalam mempelajari topik yang berkaitan dengan kehidupan seharian (Wijayati, Sumarni, & Supanti, 2019), serta dapat mengembangkan kompetensi yang diperlukan untuk pembangunan lestari iaitu pemikiran kritis (Khandakar et al., 2020). Konsep pedagogi pembelajaran berasaskan projek berbeza daripada pembelajaran tradisional kerana pendekatan ini membangunkan pelajar sebagai individu yang aktif dalam memperoleh pengetahuan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dalam projek. Dalam pembelajaran tradisional, pelajar cenderung menjadi penerima ilmu secara pasif, manakala dalam pembelajaran berasaskan projek, mereka diberi ruang untuk meneroka, berfikir secara kritis, serta membina kefahaman melalui pengalaman langsung (Diawati, Liliyasi, Setiabudi, & Buchari 2018). Melalui pembelajaran berasaskan projek pelajar dapat bekerjasama untuk menyelesaikan sesuatu masalah dengan cara yang menggambarkan kefahaman mereka serta menyampaikannya dengan jelas dan berkesan (Kim & Kim, 2021).





Secara lebih lanjut, Indonesia melalui Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan telah melakukan transformasi dalam bentuk penggunaan kurikulum baharu yang dinamakan Kurikulum Merdeka yang mula diuji dan dilaksanakan pada tahun 2020. Dalam Kurikulum Merdeka, guru mempunyai kebebasan untuk memilih, mencipta, atau menggunakan serta membangunkan modul pengajaran dan pembelajaran. Pendekatan ini menjadikan pembelajaran lebih fleksibel serta memberi tumpuan kepada bahan yang penting dan relevan (Nurani, Anggraini, Misiyanto, & Mulia, 2022). Dalam pelaksanaannya, Kurikulum Merdeka juga menekankan penggunaan strategi PjBL dalam pembelajaran untuk mencapai elemen kompetensi setiap mata pelajaran iaitu pelajar tidak hanya memahami kandungan, tetapi juga memupuk kemahiran dalam kalangan pelajar untuk berperanan secara aktif dalam masyarakat BSKAP (Kemdikbud, 2022). Hasil kajian menjelaskan bahawa pengintegrasian STEM dalam pembelajaran berasaskan projek bukan sahaja dapat meningkatkan pencapaian akademik pelajar, tetapi juga mengembangkan minat mereka terhadap kerjaya ke arah yang lebih positif (Cevik, 2018).

1.3 Penyataan masalah

Berdasarkan keputusan penilaian antarbangsa seperti PISA dan TIMSS pencapaian mutu pendidikan di Indonesia masih belum mencapai tingkat yang diharapkan. Manakala, keputusan pentaksiran sains PISA boleh digunakan sebagai penanda aras pencapaian literasi saintifik pelajar, sebab PISA menilai literasi saintifik pelajar berdasarkan pengetahuan dan kemahiran yang mereka perolehi semasa proses pendidikan (Baltikian, Kärkkäinen, & Kukkonen 2024). Namun, Sejak 10 tahun lalu



hasil menunjukkan pencapaian markah skor PISA pelajar Indonesia dalam bidang sains tidak mengalami peningkatan yang ketara. Malah, purata pencapaian markah pelajar Indonesia sentiasa di bawah purata OECD. Purata keputusan markah PISA pelajar Indonesia dalam tempoh 10 tahun yang lalu berbanding purata OECD boleh dilihat dalam jadual 1.1 di bawah.

Jadual 1.1

Perbandingan markah PISA pelajar Indonesia dengan purata OECD dalam sains

Tahun	Markah sains PISA	Purata OECD
2022	383	485
2018	396	489
2015	403	493
2012	382	501

Berdasarkan jadual di atas, pada tahun 2012 rata-rata pencapaian skor PISA untuk sains adalah 382, kemudian meningkat pada tahun 2015 dengan skor 403, setelah itu pada tahun 2018 menurun dengan skor 396, dan pada penilaian PISA terakhir pada tahun 2022 menurun lagi dengan skor 382. Selain itu, sepanjang pencapaian PISA literasi siswa selalu berada di bawah skor purata OECD.

Masih dalam senario yang sama, dapatan keputusan pencapaian PISA menyatakan pencapaian literasi saintifik pelajar adalah rendah dalam semua aspek baik kandungan, proses dan konteks (Schleicher, 2019). Bagi peringkat sekolah rendah, Indonesia pertama dan terakhir kali menyertai TIMSS pada tahun 2015 (Mullis et al., 2016), dengan purata keputusan pencapaian sains bagi murid tahun 4 sekolah rendah berada pada kedudukan 4 terbawah dengan skor 397 (Nizam, 2016).



Dalam pada itu, Direktorat Sekolah Dasar Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia melalui Penilaian Kompetensi Pelajar Indonesia (AKSI) pada tahun 2019 melaporkan hasil skor penilaian sains untuk pelajar sekolah rendah di seluruh wilayah Indonesia. AKSI ialah penilaian yang dijalankan ke atas pelajar di pertengahan pendidikan iaitu pelajar tahun 4 sekolah rendah dan darjah 8 sekolah menengah rendah dengan tujuan untuk mengenal pasti kelemahan dalam proses pembelajaran (Pusat Penilaian Pendidikan Balitbang Kemdikbud, 2019). Laporan tersebut mengandungi pencapaian literasi sains pelajar tahun 4 sekolah rendah dengan purata kurang daripada 73.61%, tahap kebolehan mencukupi 25.38%, dan tahap kebolehan baik hanya 1.01% (Badan Pusat Statistik, 2017). Berdasarkan keputusan yang dilaporkan bagi kebanyakan wilayah di Indonesia, purata pencapaian markah AKSI bagi literasi sains masih sangat rendah atau kurang.



Malah, salah satu kawasan di Jawa Barat Indonesia iaitu daerah Cirebon memperoleh kemampuan literasi pelajar sekolah rendah yang masih berada di bawah paras purata provinsi dan nasional. Berdasarkan hasil pentaksiran kompetensi minimum yang dijalankan oleh Kementerian Pendidikan Indonesia pada tahun 2022, purata skor wilayah Kabupaten Cirebon bagi kemahiran literasi pelajar sekolah rendah ialah 1.66 berada di bawah purata provinsi dengan skor 1.74 dan skor purata kebangsaan 1.71 (Kemendikbudristekdikti, 2022).

Sementara itu, salah satu matlamat strategik kementerian pendidikan Indonesia adalah untuk meningkatkan kualiti pembelajaran semua peringkat, termasuk dengan menaikkan purata skor literasi saintifik dalam PISA. Namun, hakikatnya di Indonesia kemampuan ini belum terlatih secara optimum dalam proses pembelajaran sains (Dewi,



Erna, Martini, & Kundera, 2021). Malah, dalam kurikulum pembelajaran sains sekolah rendah, unsur literasi saintifik tidak disenaraikan secara eksplisit dalam kedua-dua elemen pemahaman dan kemahiran proses (BSKAP Kemendikbudristek, 2022). Secara lebih lanjut, elemen pengetahuan dan kemahiran proses dalam silibus sains Kurikulum Merdeka bagi sekolah rendah seperti yang dinyatakan dalam jadual 1.2

Jadual 1.2

Elemen pemahaman dan kemahiran proses dalam silibus sains Kurikulum Merdeka

Elemen	Deskripsi
Pemahaman	Sains memainkan peranan penting dalam membantu kita memahami dunia, membangunkan teknologi dan mencipta sistem yang menyokong kehidupan. Penguasaan sains membolehkan kita menghadapi pelbagai cabaran. Pemahaman sains dilihat daripada keupayaan seseorang untuk memilih, mengintegrasikan, dan menggunakan pengetahuan saintifik seperti fakta, konsep, prinsip, dan teori untuk menerangkan, meramal, dan menangani pelbagai situasi.
Kemahiran proses	Kemahiran proses ialah aktiviti yang disengajakan untuk menganalisis situasi, merumus masalah, menilai eksperimen, membandingkan alternatif, dan membentuk pendapat berdasarkan maklumat yang terhad. Kemahiran ini juga termasuk mereka bentuk penyiasatan, mengumpul data, mencipta model, berdebat dengan rakan sebaya menggunakan bukti, dan membina hujah logik. Pendekatan inkuiri amat digalakkan dalam pembelajaran kerana ia telah terbukti dapat meningkatkan penglibatan pelajar.

Sumber: BSKAP Kemendikbudristek, 2022

Secara lebih lanjut, hasil kajian yang dijalankan di salah sebuah wilayah di Indonesia menunjukkan terdapat ketidakseimbangan dalam nisbah aspek literasi saintifik yang terkandung dalam bahan pengajaran. Bahan pengajaran sedia ada menekankan aspek pengetahuan saintifik berbanding dengan dimensi proses dan konteks yang diperlukan dalam PISA (Rusilowati, 2014). Di samping itu, hasil penyelidikan Devitri, Syafriani, dan Djamas (2019) menyebut modul yang digunakan belum dapat menuntut keaktifan pelajar dalam memahami konsep sains khususnya yang berkaitan dengan kehidupan seharian.



Penilaian literasi saintifik dalam PISA bukan sahaja dalam bentuk mengukur tahap kefahaman saintifik, tetapi juga memahami pelbagai aspek proses saintifik, serta kebolehan mengaplikasikan pengetahuan dan proses saintifik dalam situasi sebenar yang dihadapi oleh pelajar. Pencapaian literasi saintifik yang rendah dapat menggambarkan tahap kemahiran berfikir yang rendah. Dalam proses pembelajaran guru tidak mengembangkan kemahiran berfikir aras tinggi dan cenderung untuk menghafal fakta dan menyampaikan kandungan secara kuliah. Guru juga tidak memberikan rangsangan yang positif kepada pelajar dalam pembelajaran. Walau bagaimanapun, format pengajaran tradisional tidak menyediakan keperluan secukupnya kepada pelbagai ciri pelajar yang perlu menguasai kemahiran menilai dan menggunakan pengetahuan, bukan sekadar menghafal fakta (Raycroft & Flynn, 2020). Secara teorinya, pelajar ini boleh membayangkan situasi konkrit dengan sudut pandangan yang berbeza untuk membuat generalisasi. Malangnya, kemahiran ini tidak dapat dioptimumkan semasa belajar (Zulfiani, Suwarna, & Sumantri, 2020).

Secara spesifiknya, pencapaian sains dan literasi saintifik pelajar Indonesia yang rendah pada penilaian nasional dan antarabangsa dapat menggambarkan tahap kemahiran berfikir yang rendah. Profil kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT) pelajar dapat dinilai melalui kebolehan pelajar menyoal sesuatu perkara dan mengaitkannya dengan maklumat yang diterima untuk mencari jawapan (Adriyawati, Utomo, Rahmawati, & Mardiah, 2020) dalam soalan PISA yang menggunakan soalan berasaskan KBAT untuk menentukan kebolehan pelajar dalam membaca, matematik, dan sains (Setyowati, Sarwanto, & Muzzazinah, 2021). Kemahiran yang termasuk dalam KBAT ialah penyelesaian masalah, pemikiran kritis, pemikiran kreatif, dan membuat keputusan (Alkhatib, 2019).





Pada hari ini, kemahiran berfikir kritis ialah keperluan yang tidak boleh dirunding untuk menangani kerumitan masalah kehidupan sebenar, tetapi sesetengah orang masih mempunyai tahap kemahiran berfikir kritis yang rendah (Suardana, Redhana, Sudiatmika, & Selamat, 2018). Hasil kajian di Indonesia menunjukkan kemahiran pemikiran kritis pelajar Indonesia masih rendah (Gunawan, Sarwanto, & Nurosyid, 2022; Purwanto, Masykuri, & Eliasanti, 2019). Selain itu proses pelaksanaan pembelajaran tidak menggalakkan pelajar untuk mencapai kemahiran berfikir secara kritis (Muskita, Subali, & Djukri, 2020). Berdasarkan hasil kajian analisis buku teks di Indonesia didapati bahawa hanya sebilangan kecil tugas dalam buku teks yang berpotensi untuk menggalakkan kemahiran berfikir kritis dalam kalangan pelajar (Solihati & Hikmat, 2018).



aktiviti manusia. Pelbagai aktiviti manusia dalam kehidupan sebenar tidak dapat dipisahkan daripada teori sains. Sesetengah persepsi sosial menilai sains sebagai disiplin yang kompleks, rigid, dan kurang menarik untuk dipelajari. Guru perlu menunjukkan kepada pelajar bahawa persepsi sosial itu tidak benar. Hal ini kerana, objek dan fenomena yang berlaku di sekeliling kanak-kanak mengandungi sains. Lebih daripada itu, sains bukan sekadar himpunan teori dalam bentuk konsep dan fakta tetapi juga proses penemuan, yang memerlukan pemprosesan pemikiran yang kreatif untuk mempelajari banyak konsep abstrak serta proses saintifik yang memerlukan aktiviti eksperimen atau *hands-on* untuk menyokong pembelajaran, supaya dapat mengembangkan tahap pemahaman pelajar (Adriyawati et al., 2020). Namun begitu, kebanyakan pembelajaran masih berpusatkan guru. Talukder, Green, dan Rashid (2021) menyebut amalan pembelajaran dan pengajaran sains masa kini kebanyakannya





berpusatkan guru yang bersifat sangat didaktik dan teoritis, serta memberikan pelajar peluang yang terhad untuk berinteraksi dan menyampaikan pandangan.

Secara lebih lanjut, kaedah atau pendekatan pembelajaran konvensional yang lebih berpusatkan guru kurang mampu mengembangkan literasi saintifik dan kompetensi pemikiran kritis pelajar. Seperti kajian yang dijalankan oleh Mahlianurrahman, Lasmawan, Candiasa, dan Suastra (2023) yang menggunakan kaedah pembelajaran konvensional iaitu pembelajaran ekspositori dalam kelas kawalan dan ia menghasilkan data bahawa pelajar dalam kelas tersebut mempunyai purata skor yang lebih rendah untuk kemahiran literasi saintifik berbanding dengan purata skor untuk kemahiran literasi saintifik pelajar dalam kelas eksperimen. Manakala, Rizki dan Suprpto (2024) menjalankan kajian membandingkan penggunaan model SR-STEM POPBL dalam kelas eksperimen, manakala kumpulan kawalan mengikut rancangan pembelajaran konvensional sekolah, hasil kajian menunjukkan bahawa pelajar yang belajar secara konvensional dalam kelas kawalan menunjukkan markah pascaujian yang lebih rendah berbanding kumpulan eksperimen.

Seterusnya, dalam proses pembelajaran guru kurang menghubungkan isi kandungan sains dalam pembelajaran dengan konteks dalam dunia nyata. Guru memberi tumpuan terutamanya kepada menerangkan pengetahuan teori dan mengakibatkan kekurangan interaksi di dalam bilik darjah. Hal ini menyebabkan suasana di dalam bilik darjah membosankan (Qian, 2022). Walaupun guru sains dengan penggunaan dokumen standard banyak menekankan penyampaian fakta tentang dunia semula jadi dan cara-cara dunia ini berfungsi, namun sama pentingnya untuk memperkenalkan pendekatan kontekstual yang menjelaskan cara-cara pengetahuan





tersebut dibentuk dan diterima (Herman, Owens, Oertli, Zangori, & Newton, 2019). Pendekatan tradisional yang memperkenalkan konteks dunia sebenar hanya selepas penyampaian konsep sains mungkin kurang berkesan dalam menggalakkan pembelajaran pelajar. Namun, masih ramai guru yang memulakan pengajaran dengan kandungan sains semata-mata, malah ada yang tidak menghubungkannya dengan aplikasi dalam kehidupan sebenar (Nida, Pratiwi, & Eilks, 2021). Pembelajaran sains yang bermakna harus bermula dengan pengenalan kepada konteks kehidupan sebenar dan mengaitkannya dengan kandungan pembelajaran. Malah, masih terdapat guru yang tidak mempunyai kefahaman asas sains yang mencukupi untuk mengajar mata pelajaran sains pada peringkat sekolah menengah. Kajian menunjukkan bahawa pemikiran guru cenderung selari dengan pemikiran pelajarnya, termasuk dalam kecenderungan terhadap kesilapan konsep yang serupa (Limón, Cárdenas, & Galindo,



Dalam pada itu, pembelajaran sains pada peringkat sekolah rendah diharapkan menjadi asas dan dapat memberi peluang kepada pelajar untuk belajar alam sekitar dan mengaitkannya dengan konteks kehidupan seharian. Pengajaran dan pembelajaran sains pada peringkat sekolah rendah berperanan sebagai pendedahan awal yang mengukuhkan hubungan pelajar dengan aspirasi serta potensi kerjaya dalam bidang sains. Namun, pelajar sekolah rendah masih kurang diberi peluang untuk mengaplikasikan amalan saintifik dalam meneroka dan memahami kandungan sains secara aktif (Hodges et al., 2020). Seterusnya, aplikasi STEM sangat relevan dan sesuai digunakan dalam pembelajaran sains (Permanasari, 2016). Indonesia memiliki penduduk dan sumber daya alam yang melimpah. Hal ini seharusnya menjadi aset untuk





dapat melaksanakan perkembangan sains dan teknologi, namun pada kenyataannya pelaksanaan pendidikan STEM di Indonesia masih kurang.

Berdasarkan hasil kajian para sarjana, sebagian besar guru telah mengenali pendidikan STEM sebagai integrasi teknologi, kejuruteraan, dan matematik ke dalam sains, namun hanya kira-kira separuh sahaja yang mempunyai pengalaman melakukan pembelajaran STEM (Sulaeman, Efwinda, & Putra, 2022). Salah satu punca guru tidak melaksanakan pembelajaran STEM di dalam kelas adalah kerana guru tidak berasa yakin. Hal ini bersesuaian dengan hasil penyelidikan yang menyatakan ramai guru berasa kurang yakin dalam mengajar bidang khusus seperti sains atau kejuruteraan kerana mereka cenderung menganggap diri sebagai pendidik umum yang memiliki pengetahuan luas tetapi tidak mendalam dalam bidang tertentu. Di samping itu, program persediaan mahupun latihan pembangunan profesional untuk guru sering tidak menumpukan sepenuhnya kepada kemahiran mencipta atau meningkatkan peluang pembelajaran yang inklusif dalam pengajaran STEM (Douglass & Verma, 2022).

Di Indonesia STEM kini menjadi trend dalam pembelajaran, namun masih ramai guru khususnya pada peringkat sekolah rendah yang tidak memahami cara menggunakan kaedah ini dan faedah yang boleh diperolehi. Oleh itu, latihan dan bantuan amat diperlukan untuk guru sekolah rendah agar mereka dapat melaksanakan pembelajaran berasaskan STEM di sekolah (Wardani & Ardhyantama, 2021). Seterusnya, penyelidikan mengenai bengkel atau latihan guru dalam pendidikan asas menunjukkan bahawa guru mempunyai pengetahuan yang terhad, keyakinan diri yang rendah dalam pengajaran, serta kecenderungan mengalami emosi negatif terhadap





pengajaran sains, khususnya fizik (Borreguero, Correa, & Núñez, 2022). Adalah penting untuk membangunkan pengetahuan, kemahiran dan keyakinan guru dalam bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) bagi menyokong penciptaan budaya inovasi dan produktiviti dalam masyarakat (Smith et al., 2022). Namun, ketiadaan model integrasi STEM yang jelas merupakan cabaran yang dihadapi oleh guru dalam melaksanakan pendidikan STEM bersepadu di sekolah.

Namun begitu, pendidikan STEM dianggap dapat merapatkan jurang keperluan pendidikan pada abad ke-21 kerana pendekatan ini memberikan pengalaman pembelajaran yang memperkukuh penguasaan konsep, meningkatkan kebiasaan pelajar dengan aktiviti profesional, serta memberi kesan positif terhadap sikap dan motivasi mereka (Beier et al., 2019). Pelajar boleh mengaplikasikan perkara yang dipelajari di sekolah dalam menyelesaikan masalah atau isu kehidupan seharian (Mutakinati, Anwari, & Yoshisuke, 2018). Mereka juga dapat melatih diri dalam mengaplikasikan pengetahuan dalam perancangan penyelesaian bagi permasalahan harian, khususnya yang berkaitan dengan teknologi dan persekitaran. Di negara maju seperti Amerika, pendidikan STEM telah diterapkan dan menjadi matlamat utama pendidikan. Di negara membangun seperti Indonesia, pembelajaran pendekatan STEM masih kurang diterapkan, khususnya dalam konteks pendidikan pada peringkat sekolah rendah. Terdapat kebimbangan bahawa pelajar sekolah rendah tidak diperkenalkan dengan pendidikan STEM secara sistematik di sekolah. Akibatnya, apabila mereka melanjutkan pelajaran ke peringkat menengah, minat terhadap bidang ini cenderung menurun disebabkan oleh kekurangan asas yang kukuh dalam konsep dan aplikasi STEM (Anand & Dogan, 2021).





Seterusnya, pembelajaran berasaskan projek yang disepadukan dengan STEM boleh menjadikan pembelajaran lebih berpusatkan pelajar dan bermakna kerana pelajar diberi peluang untuk membuat perkaitan antara pembelajaran dan dunia sebenar (Siew & Ambo, 2020). Dalam pembelajaran berasaskan projek, pelajar terlibat dengan permasalahan yang autentik dan relevan dengan kehidupan mereka, sejajar dengan pendekatan yang digunakan oleh saintis, ahli matematik, penulis, dan ahli sejarah dalam bidang masing-masing (Krajcik & Shin, 2014). Secara lebih lanjut, sama ada pendidikan STEM mahupun PjBL memberikan pengalaman pembelajaran yang bersifat *hands-on* yang memberi peluang kepada pelajar untuk dapat menyelesaikan masalah dalam kehidupan seharian dengan menggunakan pengetahuan sedia ada (Castellanos et al., 2021; Glaroudis, Iossifides, Spyropoulo, Zaharakis, & Kameas, 2019).



beberapa cabaran seperti masa yang terhad (Burrows et al., 2018; Kricsfalusy, George, & Reed, 2018; Schlegel et al., 2019) bahan pengajaran yang terhad (Markula & Aksela, 2022), kesukaran mencari strategi dan memilih projek yang sesuai (Hawari & Noor, 2020), faktor sikap pelajar (Hussin, Jiea, Rosly, & Omar, 2019; Shofiyah, Mauliana, Istiqomah, & Wulndari, 2021) serta faktor demografi guru dan sekolah (Sellami, Ammar, & Ahmad, 2022) yang secara tidak langsung membatasi keupayaan pelaksanaan pembelajaran STEM di dalam bilik darjah. Selain itu, pelaksanaan pembelajaran berasaskan projek dari segi pembuatan, kerjasama, dan pembezaan tidak selalunya mudah, oleh itu guru memerlukan contoh pendekatan yang berfaedah, ilustrasi terperinci, dan model amalan yang baik (Li, Jia, Chi, Liu, & Jia, 2020). Aspek penyediaan bahan, aktiviti dan sumber yang akan membantu membangunkan kemahiran pelajar pada abad ke-21 juga penting (Baran, Baran, Karakoyun, & Maskan,



2021). Keperluan kepada gambaran keseluruhan strategi pembelajaran dan juga bahan pengajaran yang diperlukan dalam proses pembelajaran ini dapat dipermudahkan melalui modul yang boleh digunakan secara langsung oleh guru dan pelajar di sekolah.

Malah, modul memiliki peranan yang penting dalam proses pembelajaran, dan seorang guru boleh mencipta modul sendiri. Menurut Yerimadesi, Kiram, Lufri, dan Festayed (2018) modul adalah bahan bercetak yang mempunyai komponen paling lengkap berbanding dengan bahan pembelajaran lain, seperti lembaran kerja, dan kertas edaran yang terdiri daripada tajuk, panduan belajar, kompetensi dasar (KD), aktiviti, maklumat sokongan, lembaran kerja, tugas dan penilaian. Ketersediaan modul dapat membantu guru dan pelajar dalam memperoleh informasi mengenai materi dan langkah-langkah dalam pembelajaran.

Sehingga kini, beberapa kajian membangunkan modul pengajaran dan pembelajaran sains sudah dilakukan oleh pengkaji di pelbagai negara seperti modul berasaskan pendekatan penemuan dan pendekatan saintifik (Ellizar, Hardeli, Beltris, & Suharni, 2018), modul untuk persekitaran pembelajaran terarah sendiri dan inkuiri (Mamun, Lawrie, & Wright, 2020), dan modul pembelajaran berasaskan masalah untuk melihat keberkesanan sikap persekitaran pelajar (Sueb & Damayanti, 2021). Beberapa kajian pembangunan modul STEM berasaskan pendekatan projek (STEM-PjBL) juga telah dilakukan oleh pengkaji di luar negara seperti Modul STEM-PjBCL yang dibangunkan untuk pelajar sekolah rendah berdasarkan penyepaduan empat fasa iaitu model kreatif terarah, model pembelajaran koperatif *numbered heads together*, proses reka bentuk kejuruteraan dan STEM untuk melihat kreatifiti saintifik pelajar (Siew &



Ambo, 2020) dan modul pembelajaran berasaskan projek, berasaskan permainan, dan main peranan untuk pelajar STEM dalam pendidikan tinggi (Rich et al., 2018).

Manakala, di Indonesia pembelajaran STEM boleh dilaksanakan oleh guru, dan semangat mereka untuk membangunkan modul pembelajaran berasaskan STEM mula terserlah. Namun begitu, penambahbaikan dan bimbingan yang lebih intensif masih diperlukan agar guru dapat mengembangkannya secara optimum pada masa hadapan. Oleh itu, langkah-langkah konkrit yang lebih lanjut diperlukan untuk menyokong guru-guru dalam membuat persediaan untuk proses pembelajaran STEM, salah satunya melalui penciptaan modul pembelajaran berasaskan STEM (Diana & Turmudi, 2020). Sementara itu, hasil analisis terhadap modul-modul yang telah dibangunkan mendapati bahawa sebahagian besar modul yang ada kurang memenuhi ciri-ciri kandungan pembelajaran berasaskan STEM (Utami, Rochintaniawati, & Suwarma, 2020).

Berdasarkan senario yang sama, di Indonesia kajian pembangunan modul pengajaran dan pembelajaran STEM juga telah dibangunkan. Penyelidik telah memilih dan menganalisis artikel yang berkaitan dengan pembangunan modul STEM di Indonesia iaitu 32 artikel penyelidikan berkaitan. Artikel yang diperolehi dianalisis berdasarkan variasi tahap sasaran penggunaan modul iaitu sama ada digunakan di peringkat sekolah rendah, sekolah menengah rendah, mahupun sekolah menengah atas. Pangkalan data yang digunakan ialah Google Scholar menggunakan kata kunci “Modul STEM Indonesia”. Jadual 1.3 meringkaskan kajian mengenai pembangunan modul STEM di Indonesia selama lima tahun yang lalu bermula pada 2020 hingga 2024.



Jadual 1.3*Kajian pembangunan modul STEM di Indonesia*

Bil	Pengarang dan tahun	Tajuk artikel	Tahap
1	Utami et al. (2020)	Peningkatan literasi STEM dalam aspek pengetahuan selepas melaksanakan modul pengajaran berasaskan sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik (STEM).	Sekolah menengah rendah
2	Syahirah, Anwar, dan Holiwarni (2020)	Pembangunan Modul Berasaskan STEM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik) Mengenai Topik Elektrokimia	Sekolah menengah atas
3	Laisnima dan Siregar (2020)	Modul Pembelajaran Berbasis Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Keterampilan Proses Peserta Didik pada Materi Redoks Dan Sel Elektrolisis	Sekolah menengah atas
4	Zulaiha dan Kusuma (2020)	Pembangunan Modul Berasaskan STEM untuk Pelajar Sekolah Menengah	Sekolah menengah rendah
5	Nisa, Yuliati, dan Hidayat (2020)	Analisis Penguasaan Konsep melalui Pembelajaran Inkuiri Berpandu Berbantuan oleh Modul Bersepadu STEM pada Bahan Bendalir Dinamik	Sekolah menengah atas
6	Martaningsih et al. (2022)	Modul Pembelajaran Berasaskan Masalah STEM: Penyelesaian Mengatasi Kemahiran Menyelesaikan Masalah Pelajar Rendah	Sekolah rendah
7	Zuriyatina, Anom, dan Sari (2020)	Kesahan Modul Pembelajaran Kimia Bersepadu STEM-PBL, Makanan dalam Ikan untuk Ikan Keli	Sekolah menengah atas
8	Fathurohman, Susiloningsih, dan Arianti (2021)	Modul fizik berasaskan pembelajaran berasaskan masalah STEM pada bahan undang-undang gerakan newton untuk sekolah menengah atas	Sekolah menengah atas
9	Winarto, Retnoningsih, dan Kristyaningrum (2021)	Modul Sains Komik (Musako) Berasaskan Kejuruteraan Teknologi Sains Dan Matematik (STEM) Untuk Pelajar Sekolah Rendah	Sekolah rendah
10	Mabruroh (2021)	Pembangunan Modul Berasaskan STEM Bersepadu dengan Nilai Islam untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Kemahiran Berfikir Kritis	Sekolah menengah atas
11	Irmawati, Syahmani, dan Yulinda (2021)	Pembangunan Modul Sains Sistem Organ dan Organisma Berdasarkan STEM-Inkuiri untuk Meningkatkan Literasi Sains	Sekolah menengah rendah
12	Marta dan Ramli, (2021)	Analisis Keperluan Membangunkan Modul Pembelajaran Fizik Sekolah Menengah Berdasarkan Pendekatan STEM	Sekolah menengah atas
13	Diana dan Turmudi (2021)	Kesediaan Guru dalam Membangunkan Modul Berasaskan STEM untuk Menyokong Pembelajaran di Abad Ke-21	Sekolah menengah rendah

(bersambung)

Jadual 1.3 (sambungan)

Bil	Pengarang dan tahun	Tajuk artikel	Tahap
14	Afwina, Pramudya, dan Budiarmo (2021)	Pembangunan Modul Berasaskan STEM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik) Topik Instrumen Optik dalam Pembelajaran Sains di Sekolah Menengah Rendah	Sekolah menengah rendah
15	Arisya, Haryati, dan Holiwarni (2021)	Pembangunan Modul Berasaskan Batang (Sains, Teknologi, Kejuruteraan Dan Matematik) Terhadap Sifat Kolligatif Penyelesaian	Sekolah menengah atas
16	Natamiharja (2021)	Pembangunan Modul Keselamatan Kereta Berasaskan Stelr-Stem Sebagai Media Pembelajaran Untuk Gerakan Dan Daya.	Sekolah menengah rendah
17	Syahputra, Herdini, dan Abdullah (2021)	Pembangunan Modul Bersepadu STEM Mengenai Keseimbangan Ion dan pH Larutan Penapi	Sekolah menengah atas
18	Badlisyah, Sabrani, Novalta, dan Mellyzar (2022)	Pembangunan Modul Kimia Sekolah Menengah Berasaskan STEM pada Bahan Termokimia	Sekolah menengah atas
19	Angraini, Walid, Ansyah, dan Ikhsan (2022)	Pembangunan Modul Pembelajaran Sains Berasaskan STEM Untuk Membangunkan Hots Di Sekolah Menengah Rendah	Sekolah menengah rendah
20	Sari, Fajariningtyas, dan Anekawati (2022)	Pembangunan Modul Sains STEM Tentang Cahaya dan Peranti Optik Kelas VIII SMPN 2 Kalianget	Sekolah menengah rendah
21	Lek, Muliadi, Ibrahim, Rakhman, Zam (2023)	Pembangunan Modul Pengajaran Berasaskan STEM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik) Bahan Elektrolit dan Bukan Elektrolit di SMA Negeri 7 Kepulauan Sula	Sekolah menengah atas
22	Putri, Hariyadi, dan Mudakir (2023)	Pembangunan Modul Pembelajaran Berasaskan STEM tentang Bahan Pencemaran Alam Sekitar untuk Meningkatkan Kemahiran Literasi Sains dan Pemikiran Kritis Pelajar	Sekolah menengah rendah
23	Azizah, Sukamto, dan Patonah (2024)	Pembangunan Modul Pengajaran Sains Berasaskan STEM untuk Merealisasikan Kemerdekaan Pelajar dalam Fasa B	Sekolah rendah
24	Tripripta, Amir, dan Rohiat (2020)	Pembangunan Modul Penyelesaian Penapi Berdasarkan Pendekatan Bersepadu STEM	Sekolah menengah atas
25	Susanto, Patonah, dan Sukamto (2024)	Pembangunan Modul Pengajaran Sains Berasaskan Pendekatan STEM Bahan Lima Deria Meningkatkan Kreativiti Pelajar Gred II di SDN 3 Belor	Sekolah rendah
26	Ayu dan Patonah (2024)	Membina Kemahiran Proses Sains Melalui Modul Pengajaran Berasaskan STEM Inovatif Pada Bahan Kuasa Sekitar Fasa B	Sekolah rendah
27	Savitri, Sukamto, dan Patonah (2024)	Modul Pengajaran Sains Berasaskan STEM Bahan Ekosistem Merealisasikan Kemahiran Proses Sains Murid Fasa C Sekolah Rendah	Sekolah rendah

(bersambung)

Jadual 1.3 (*sambungan*)

Bil	Pengarang dan tahun	Tajuk artikel	Tahap
28	Asmara dan Patonah (2024)	Pembangunan Modul Pengajaran Berasaskan STEM Bagi Merealisasikan Kreativiti Pelajar Sekolah Rendah Fasa B	Sekolah rendah
29	Fauziati, Patonah dan Sukamto (2024)	Modul Pengajaran Sains Berasaskan STEM Untuk Meningkatkan Kebolehan Penyoalan Murid Di Sekolah Rendah Fasa A	Sekolah rendah
30	Putri, Putra, dan Ridlo (2024)	Pembangunan Modul Sains Berasaskan STEM untuk Meningkatkan Kemahiran Penyelesaian Masalah Pelajar Sekolah Menengah Rendah	Sekolah menengah rendah
31	Suriani dan Ningrum (2024)	Kesahan Modul Pembelajaran Berasaskan Sains, Teknologi, Matematik Kejuruteraan (STEM)	Sekolah menengah atas
32	Winarko, Abdullah, Syahmani, dan Fahmi (2024)	Pembangunan Bahan Pengajaran Modul Pembelajaran Sains Berasaskan STEM PBL Dengan Kod Qr Untuk Meningkatkan Literasi Sains Pencemaran Alam Sekitar.	Sekolah menengah atas

Daripada 32 artikel berkaitan yang dianalisis, hanya 8 (25%) kajian berkaitan pembangunan modul STEM di sekolah rendah, kemudian terdapat 10 (31.25%) kajian berkaitan pembangunan modul STEM di sekolah menengah rendah, dan jumlah terbesar ialah 14 (43.75%) kajian yang membangunkan modul STEM untuk peringkat sekolah menengah atas. Walau bagaimanapun, kebanyakan kajian pembangunan modul ini telah dijalankan di peringkat sekolah menengah rendah dan sekolah menengah atas dan masih sedikit dijalankan untuk peringkat sekolah rendah.

Sementara itu, modul-modul STEM yang telah disediakan masih mempunyai kelemahan seperti kurang jelas dalam menyampaikan objektif pembelajaran yang meliputi aspek sikap, pengetahuan, dan kemahiran pelajar serta penggunaan soalan cetusan yang terlalu fokus kepada bahan (Azizah et al., 2024), skopnya yang terhad iaitu hanya memfokuskan kepada membangunkan satu kemahiran sahaja (Ayu & Patonah, 2024), serta modul yang dibangunkan masih belum optimum dalam membangunkan literasi dan kebolehan sains pelajar (Syahirah et al., 2020).



Berdasarkan kelemahan modul-modul pembelajaran dan pengajaran STEM sedia ada yang telah dinyatakan, diperlukan satu modul yang memfokuskan kepada objektif pembelajaran dari segi kognitif, afektif dan psikomotor serta dapat optimum mengembangkan beberapa kompetensi pelajar.

Masih dalam senario yang sama, pembangunan modul STEM juga belum dilaksanakan secara meluas di Indonesia, dan ini merupakan peluang kepada penyelidik untuk membangunkan modul STEM yang berkaitan dengan situasi di Indonesia. Berdasarkan hasil kajian SEAMEO QITEP dalam Sains di Indonesia tahun 2016 menunjukkan terdapat beberapa perkara dalam pembelajaran STEM yang perlu diberi perhatian terutamanya kemahiran guru, rancangan pengajaran (RPP) dan sumber pembelajaran seperti modul, lembaran kerja dan buku (Utami et al., 2020)



Kesimpulannya, terdapat jurang antara matlamat strategik kementerian pendidikan Indonesia untuk merealisasikan pembelajaran abad ke-21 pada semua peringkat dengan pelaksanaan pembelajaran sedia ada di Indonesia pada hari ini. Para pengkaji berpendapat bahawa pelaksanaan pembelajaran pada peringkat sekolah rendah wajar menekankan pendidikan STEM berasaskan pendekatan projek. Pendekatan ini berpotensi membangunkan kemahiran abad ke-21 dalam kalangan pelajar, termasuk literasi saintifik dan pemikiran kritis, yang amat penting dalam menghadapi cabaran masa depan. Salah satu cara ini boleh direalisasikan adalah dalam bentuk modul pengajaran STEM-PjBL. Penghasilan modul STEM-PjBL juga diharapkan dapat menangani isu berkaitan penyediaan aktiviti pembelajaran yang aktif dan berpusatkan pelajar. Maka kajian ini dijalankan untuk membangunkan modul



pengajaran STEM berasaskan pendekatan projek (STEM-PjBL) untuk literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar sekolah rendah.

1.4 Objektif kajian

Secara amnya tujuan kajian ini adalah untuk membangunkan modul STEM berasaskan pendekatan projek (STEM-PjBL) untuk literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar sekolah rendah. Oleh itu, objektif kajian ini adalah untuk:

1. Mengetahui pasti keperluan pembangunan modul STEM-PjBL untuk literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar sekolah rendah.

a) Mengetahui pasti masalah sedia ada berkaitan pendidikan STEM dan PjBL di sekolah rendah berdasarkan perspektif guru.

b) Mengetahui pasti keperluan pembangunan modul STEM-PjBL untuk literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar sekolah rendah berdasarkan perspektif guru.

c) Mengetahui pasti topik dalam modul yang perlu dibangunkan berdasarkan perspektif guru.

2. Merangka bentuk dan membangunkan modul STEM-PjBL untuk literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar sekolah rendah.

Reka bentuk

a. Mengetahui pasti konstruk utama modul STEM-PjBL berdasarkan kesepakatan pakar.

- b. Mengenal pasti item-item bagi setiap konstruk utama modul STEM-PjBL berdasarkan kesepakatan pakar.

Pembangunan

- c. Mengenal pasti turutan keutamaan item untuk setiap konstruk utama dalam modul STEM-PjBL berdasarkan kesepakatan pakar.

3. Menilai kebolegunaan modul STEM-PjBL untuk literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar sekolah rendah berdasarkan pandangan guru pakar.

1.5 Persoalan kajian

Berdasarkan objektif kajian, persoalan kajian ini adalah:

1. Adakah terdapat keperluan kepada pembangunan modul STEM-PjBL untuk literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar sekolah rendah?
 - a. Apakah masalah sedia ada berkaitan pendidikan STEM dan PjBL di sekolah rendah berdasarkan perspektif guru?
 - b. Adakah keperluan pembangunan modul STEM-PjBL untuk literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar sekolah rendah berdasarkan perspektif guru?
 - c. Apakah topik dalam modul STEM-PjBL yang perlu dibangunkan berdasarkan perspektif guru?
2. Apakah reka bentuk dan pembangunan modul STEM-PjBL untuk literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar sekolah rendah?



Reka bentuk

- a. Apakah konstruk utama modul STEM-PjBL berdasarkan kesepakatan pakar?
- b. Apakah item-item bagi setiap konstruk utama modul STEM-PjBL berdasarkan kesepakatan pakar?

Pembangunan

- c. Apakah turutan keutamaan item untuk setiap konstruk utama dalam modul STEM-PjBL berdasarkan kesepakatan pakar?
-
3. Apakah penilaian kebolegunaan modul STEM berasaskan pendekatan projek (STEM-PjBL) untuk literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar sekolah rendah berdasarkan pandangan guru pakar?



1.6 Kerangka konseptual kajian

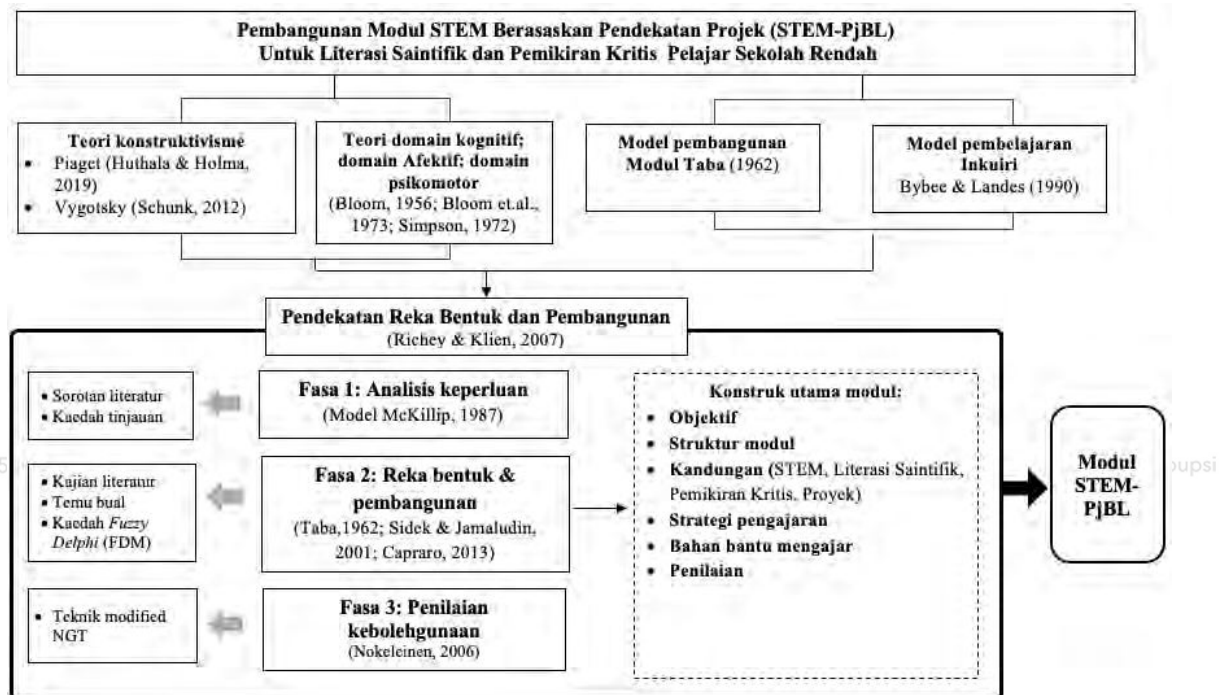
Kerangka konseptual ialah konsep logik keseluruhan projek penyelidikan yang merupakan perkaitan semua komponen yang membentuk pemikiran, struktur, rancangan dan amalan yang mendasari dan melaksanakan keseluruhan penyelidikan (Kivunja, 2018). Kerangka konseptual selalunya dipersembahkan dalam bentuk rajah. Secara keseluruhan kaedah kajian ini menggunakan pendekatan reka bentuk dan pembangunan (DDR) untuk membangunkan modul dan merangkumi pembelajaran STEM yang diintegrasikan dengan aktiviti pembelajaran berasaskan projek.



Dengan demikian, Rajah 1.1 menunjukkan kerangka konseptual kajian termasuk semua teori dan model yang digunakan sebagai asas kajian serta perjalanan pembangunan modul dalam kajian ini.

Rajah 1.1

Kerangka Konseptual Kajian



Teori konstruktivisme kognitif Piaget (Huhtala & Holma, 2019) dan teori perkembangan konstruktivisme sosial Vygotsky (Schunk, 2012) serta teori domain kognitif, afektif, dan psikomotor (Bloom, 1956; Bloom, Krathwol, & Masia, 1973; Simpson, 1972;), akan menjadi teori asas dalam kajian yang dijalankan. Di samping itu, model Taba (1962) serta model pengajaran inkuiri BSCS 5E (Bybee & Landes, 1990) digunakan sebagai model sandaran dalam membangunkan modul serta dalam menghasilkan komponen, kandungan, juga urutan aktiviti pembelajaran dalam modul yang dibangunkan. Bagi elemen STEM, kemahiran literasi saintifik, kemahiran berfikir



kritis pengkaji, dan ciri pembelajaran berasaskan projek dihasilkan berdasarkan tinjauan literatur yang diperkuat dengan pandangan pakar.

Secara keseluruhannya, pembangunan modul STEM-PjBL ini menggunakan pendekatan reka bentuk dan pembangunan (DDR) mengikut (Richey & Klein, 2007), yang terdiri daripada tiga fasa iaitu fasa analisis keperluan, fasa reka bentuk dan pembangunan, dan fasa penilaian. Setiap fasa mesti mempunyai model sandaran sebagai rangka kerja dan asas teori untuk menjalankan penyelidikan dalam setiap fasa. Pada fasa analisis keperluan, pembangunan modul STEM-PjBL berdasarkan keperluan guru, dengan mengambil kira peranan guru sebagai faktor utama dalam menggalakkan penggunaan dan aplikasi modul. Sementara itu, literasi saintifik dan kebolehan berfikir kritis pelajar menjadi fokus utama dalam penyelidikan ini, kerana kedua-dua kompetensi ini dijangka berkembang selepas proses pembelajaran menggunakan modul ini berlaku.

Seterusnya, model McKillip (1987) digunakan sebagai model sandaran untuk menganalisis keperluan pembangunan modul. Model Taba (1962) dan model Sidek (Sidek & Jamaludin, 2005) digunakan sebagai asas dalam proses reka bentuk dan pembangunan modul iaitu bagi melaksanakan langkah-langkah pembangunan modul. Model Taba (1962) merupakan salah satu daripada model pembinaan kurikulum yang berkesan. Seterusnya, pengintegrasian STEM dalam kandungan dan aktiviti pembelajaran berdasarkan perspektif Capraro, Michael, Capraro, Margaret, dan Morgan (2013). Selepas modul dihasilkan, kebolegunaan modul dinilai berdasarkan model kebolegunaan pedagogi Nokeleinen (2006). Teori-teori ini akan diterangkan





dengan lebih mendalam dalam tinjauan literatur dalam Bab 2, manakala peringkat DDR akan diterangkan secara terperinci dalam Bab 3.

1.7 Definisi operasional

Dalam kajian ini, definisi operasi dipilih berdasarkan definisi konsep dan operasional bagi memenuhi matlamat, objektif dan persoalan kajian. Tujuan kajian ini adalah untuk membina dan menilai kebolegunaan modul STEM berasaskan pendekatan projek (STEM-PjBL) untuk literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar sekolah rendah. Definisi operasional yang digunakan dalam kajian ini adalah seperti berikut:



1. Pembangunan modul



Pembangunan modul ialah satu set prosedur yang dijalankan secara berurutan untuk melaksanakan pembangunan sistem pembelajaran modul. Manakala, modul memiliki komponen yang paling lengkap berbanding dengan bahan pembelajaran lain, seperti lembaran kerja, panduan belajar, kompetensi asas, aktiviti, maklumat sokongan, lembaran kerja, tugas dan penilaian (Yerimadesi et al., 2018). Dalam membangunkan modul, diperlukan prosedur tertentu yang sesuai dengan matlamat yang ingin dicapai, struktur kandungan pembelajaran yang jelas, dan memenuhi kriteria yang berlaku untuk perkembangan pembelajaran. Dalam kajian ini pembangunan modul ialah proses menilai keperluan, reka bentuk dan pembangunan, serta menilai kebolegunaan modul yang dibangunkan. Dalam fasa reka bentuk dan pembangunan modul STEM-PjBL, langkah membina modul pembelajaran berdasarkan model Taba (1962). Modul STEM-PjBL ialah singkatan kepada modul yang dijalankan menggunakan pendekatan STEM





yang disepadukan dengan aktiviti pembelajaran berasaskan projek (PjBL) dalam aktiviti pembelajaran.

2. STEM

STEM ialah akronim untuk Sains, Teknologi, *Engineering*, dan Matematik. STEM ditakrifkan sebagai pendekatan didaktik yang bertujuan memastikan keterjalinan proses pembelajaran merentasi bidang-bidang utama yang dianggap penting bagi pembangunan holistik individu dalam konteks tempatan dan global masa kini, khususnya dalam bidang sains, teknologi, kejuruteraan, dan matematik (International Science Teaching Foundation, 2024). Kelley dan Knowles (2016) menjelaskan bahawa pendekatan dalam pengajaran kandungan STEM yang merangkumi dua atau lebih domain STEM perlu berasaskan amalan STEM dalam konteks yang autentik.

Pendekatan ini bertujuan menghubungkan disiplin tersebut secara holistik bagi meningkatkan pemahaman dan pembelajaran pelajar.

STEM dalam kajian ini merujuk kepada pendekatan pembelajaran yang digunakan dalam modul iaitu pendekatan STEM menggunakan proses reka bentuk kejuruteraan atau *engineering design process* (EDP) serta komponen-komponen sains, teknologi, kejuruteraan, dan matematik dalam setiap projek pembelajaran. Seterusnya, komponen sains terdiri daripada; menjelaskan konsep sains mengikut tahap dan menjalankan penyiasatan sains. Komponen teknologi meliputi; penggunaan alat untuk mengumpulkan dan menganalisis data dan pemilihan bahan. Bagi komponen kejuruteraan terdiri daripada; kenal pasti masalah, reka bentuk dan pembangunan prototaip/produk, persembahan untuk menerima input, menganalisis dan mentafsir data untuk mencari penyelesaian reka bentuk, dan menghasilkan prototaip/produk.





Tuntasnya, bagi komponen matematik pula merangkumi; mengumpul dan merekod data, buat graf untuk persembahan/membentangkan data, mencari corak atau peraturan dalam data, beri perhatian kepada ketepatan, dan pengiraan.

3. Pembelajaran berasaskan projek (PjBL)

Pembelajaran berasaskan projek merupakan pendekatan pengajaran berpusat kepada pelajar dan berasaskan inkuiri, iaitu pelajar dikehendaki melaksanakan projek bermakna serta membangunkan produk dunia sebenar bagi membantu mereka membina pengetahuan (Guo, Saab, Post, & Admiraal, 2020). Pembelajaran ini ialah pendekatan pembelajaran yang inovatif yang mengajar pelbagai strategi penting untuk berjaya dalam abad kedua puluh satu. Pembelajaran berasaskan projek dalam kajian ini ialah modul dibina berdasarkan ciri atau prinsip strategi pembelajaran berasaskan projek, di mana dalam modul ini terdapat dua projek yang akan dilaksanakan iaitu projek buat penulen air ringkas dan buat kotak penyejuk ringkas. Ciri-ciri pembelajaran berasaskan projek berasaskan George Lucas Foundation (2007) bermula dengan soalan memandu, memfokuskan kepada objektif pembelajaran, penyertaan pelajar dalam aktiviti amalan saintifik, kerjasama antara pelajar, penggunaan teknologi dalam pembelajaran, dan penciptaan produk sebenar.

4. Literasi Sainifik

Menurut PISA, literasi saintifik merujuk kepada keupayaan individu untuk melibatkan diri dengan isu-isu berkaitan sains serta memahami dan menggunakan idea saintifik sebagai warganegara yang reflektif. Literasi ini menekankan kepentingan keupayaan mengaplikasikan pengetahuan saintifik dalam pelbagai situasi kehidupan sebenar (OECD, 2017). Seterusnya, PISA menjelaskan empat aspek yang saling berkaitan





membentuk literasi saintifik iaitu: konteks, kompetensi, pengetahuan dan sikap. Dalam kajian yang akan dijalankan indikator literasi saintifik yang digunakan iaitu; menjelaskan fenomena secara saintifik, mentafsir data dan bukti secara saintifik, menilai dan mereka bentuk penyiasatan saintifik, dan mengaplikasikan pengetahuan saintifik, dan ianya diukur melalui skor ujian sumatif berbasis literasi saintifik bagi topik jirim dan perubahannya.

5. Kemahiran Pemikiran Kritis

Kemahiran pemikiran kritis ialah pemikiran reflektif yang rasional dan tertumpu pada memutuskan perkara yang perlu dipercayai atau dilakukan, walaupun mereka mungkin tidak menyatakannya secara eksplisit (Ennis, 2018). Proses ini berfungsi sebagai panduan dalam membentuk kepercayaan dan tindakan. Pemikiran kritis ialah pemikiran yang mempunyai matlamat tertentu, seperti membuktikan sesuatu, mentafsir makna, atau menyelesaikan masalah (Facione, 2011). Dalam penyelidikan ini pemikiran kritis disediakan melalui aktiviti meneroka pelbagai sumber bacaan, peluang untuk menyelesaikan masalah dunia sebenar melalui aktiviti projek, serta melalui soalan yang mengandungi kemahiran berfikir kritis sama ada melalui penilaian formatif dan sumatif. Komponen pemikiran kritis dalam kajian ini ialah; inisiatif, mengemukakan idea praktikal, cekap dan kritis dalam mengenal pasti masalah, membuat kesimpulan, membuat pertimbangan, menerangkan dengan berkesan, dan mempunyai kecekapan mengenal pasti kelemahan, dan ianya diukur melalui skor ujian sumatif berbasis pemikiran kritis bagi topik jirim dan perubahannya.





6. Kebolegunaan

Penilaian kebolegunaan ialah proses mentafsir, menilai, menguji, dan mengukur sejauh mana kecekapan, tahap memuaskan dan kemampuan sesuatu produk atau perkhidmatan yang dibangunkan dalam memenuhi keperluan dan penggunaan oleh pengguna tertentu (Mohd Ridhuan Mohd Jamil & Nurulrabihah Mat Noh, 2021). Kajian ini memberi fokus kepada kebolegunaan pedagogi yang sesuai digunakan dalam pengajaran dan pembelajaran. Selain interaksi antara pengguna dengan sistem atau bahan pembelajaran, kebolegunaan pedagogi juga dipengaruhi oleh objektif pembelajaran yang ditetapkan oleh pelajar dan guru dalam sesuatu situasi pembelajaran (Nokelainen, 2006). Kebolegunaan dalam kajian ini diukur melalui skor soal selidik yang guru sebagai pengguna pakar yang sudah menggunakan modul tersebut. Indikator kebolegunaan yang digunakan dalam kajian ini merangkumi 10 aspek; (1) kawalan diri pengguna; (2) aktiviti pengguna; (3) pembelajaran koperatif/kolaboratif; (4) orientasi objektif; (5) pelaksanaan; (6) nilai tambah; (7) motivasi; (8) penilaian pengetahuan terdahulu; (9) fleksibiliti; dan (10) maklum balas.

1.8 Batasan kajian

Kajian ini melibatkan proses pembangunan dan kebolegunaan modul STEM-PjBL. Oleh itu, pelbagai faktor dipertimbangkan demi menjamin kualiti kajian yang dilakukan. Beberapa batasan kajian telah ditetapkan untuk mengatasi masalah kekangan masa dan untuk mengelakan bias antara kumpulan kajian yang terlibat. Bidang dan batasan kajian adalah seperti berikut:





1. Kajian ini hanya melibatkan proses pembangunan dan kebolegunaan modul oleh pengguna sahaja. Kajian yang dijalankan tidak melibatkan pengujian terhadap keberkesanan modul.
2. Modul STEM-PjBL yang dibangunkan hanya melibatkan topik *Jirim dan Perubahannya* dalam mengikuti sukatan pencapaian pembelajaran (CP) pelajaran IPAS (Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial) fasa B sekolah rendah tahun 4 semester 1 yang ditetapkan oleh Pusat Perkembangan Kurikulum Kementerian Pendidikan Indonesia.
3. Masa yang diperuntukkan untuk pembelajaran dalam modul ini adalah selama satu bulan, selaras dengan struktur kurikulum. Modul ini merangkumi lima jam pembelajaran setiap minggu dan dilaksanakan melalui dua sesi bersemuka setiap minggu. Setiap sesi pembelajaran diperuntukkan selama 35 minit bagi setiap jam kelas.
4. Pemilihan guru sebagai responden dalam kajian ini tidak menyeluruh, hanya bagi wilayah Kabupaten Cirebon, Jawa Barat. Oleh itu, dapatan kajian tidak boleh digeneralisasikan ke seluruh negara.

Dengan mengambil kira batasan-batasan kajian yang telah dinyatakan, dapatan kajian ini perlu ditafsir dengan cermat dan kritikal. Oleh itu, kajian lanjutan disarankan bagi memperkukuh, menyokong, atau menilai semula kesahihan serta keberkesanan dapatan yang diperolehi.





1.9 Kepentingan kajian

Kajian ini direka bentuk untuk membangunkan dan menilai kebolegunaan modul STEM-PjBL yang berpotensi untuk meningkatkan literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar. Modul ini bertujuan untuk digunakan oleh guru sekolah rendah di Indonesia. Penyediaan pelajar dengan kemahiran pembelajaran berasaskan projek adalah merupakan elemen yang penting dalam pelaksanaan pembelajaran di Kurikulum Merdeka. Oleh itu kajian ini telah meneliti pendekatan yang sesuai untuk mengintegrasikan pendidikan STEM dalam pelaksanaan pembelajaran berasaskan projek. Seterusnya, kajian ini juga berperanan dalam membangunkan modul STEM-PjBL yang bertujuan untuk meningkatkan literasi saintifik dan pemikiran kritis dalam kalangan pelajar sekolah rendah. Kajian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pelajar, guru, dan Kementerian Pendidikan Indonesia.

1. Kepentingan kajian terhadap pelajar

Pembangunan modul STEM-PjBL ini diharapkan dapat membantu pelajar dalam meningkatkan konsep pembelajaran dengan menghubungkan modul ini kepada situasi sebenar. Pelajar dapat melaksanakan aktiviti pembelajaran STEM berasaskan projek dan membuat soalan latihan yang disediakan dalam modul. Aktiviti ini akan menjadikan pembelajaran lebih menyeronokkan dengan penglibatan pelajar secara aktif dalam menyelesaikan masalah sebenar yang relevan dan berkait rapat dengan kehidupan harian pelajar.





2. Kepentingan kajian terhadap guru

Kajian ini penting kerana dapat mengemukakan satu modul STEM-PjBL yang boleh digunakan oleh guru sekolah rendah khususnya dalam kalangan pelajar yang mempunyai literasi saintifik dan pemikiran kritis pada tahap rendah. Hasil dapatan kajian ini dapat dijadikan panduan oleh guru-guru untuk berusaha merancang kaedah serta teknik pembelajaran yang melibatkan pelajar secara aktif untuk menguasai sesuatu konsep pembelajaran. Oleh itu, modul STEM-PjBL yang dibina oleh pengkaji diharapkan dapat membantu guru sekolah rendah sebagai panduan melaksanakan pembelajaran berpusat pada pelajar melalui pembelajaran berasaskan projek terintegrasi STEM di dalam bilik darjah. Hasil kajian ini akan memberi data untuk menyokong pembelajaran berasaskan projek di sekolah serta cara-cara penggunaan modul STEM-PjBL untuk literasi saintifik dan kemahiran pemikiran kritis pelajar.



3. Kepentingan kajian terhadap Kementerian Pendidikan Indonesia

Reka bentuk pembangunan modul STEM-PjBL dalam kajian ini berasaskan pendekatan DDR atau reka bentuk dan pembangunan Richey & Klein (2010) serta menggunakan model Taba (1962) sebagai sandaran kerana model ini merupakan satu model pembinaan modul yang efektif. Tata cara pengubalan modul STEM-PjBL ini diharapkan dapat mengemukakan satu alternatif bagi membantu pengubal modul pembelajaran dalam kalangan Kementerian Pendidikan Indonesia. Seterusnya, tujuan pembangunan modul ini adalah untuk memberi implikasi kepada pengubal dasar dan juga pengamal pendidikan agar mendapat gambaran keseluruhan proses pembuatan dan bentuk modul pembelajaran berasaskan projek yang mendapat galakan di Indonesia dan ada nilai tambah iaitu mengintegrasikan pendidikan STEM dalam pembelajaran





berasaskan projek sebagai satu langkah untuk melaksanakan pembelajaran yang lebih bermakna dan berkualiti dalam kurikulum Indonesia baharu iaitu Kurikulum Merdeka.

1.10 Rumusan

Bab ini telah membincangkan komponen-komponen penting dalam kajian termasuk pengenalan, pernyataan masalah, objektif kajian, soalan-soalan kajian, signifikan kajian, kerangka konseptual kajian, definisi operasional, batasan kajian, dan kepentingan kajian. Dalam membincangkan kerangka konseptual kajian, kajian ini berpandukan teori konstruktivis yang amat bersesuaian dengan pendekatan STEM bersepadu dengan strategi pembelajaran berasaskan projek. Teori ini memberi peluang kepada pelajar untuk melibatkan diri secara aktif dalam pembelajaran dan dapat menyelesaikan masalah kontekstual dalam kumpulan. Selain itu, kajian ini menggunakan model Taba dan Sidek sebagai sandaran dalam pembangunan modul yang merupakan salah satu model pembinaan modul ataupun kurikulum yang efektif. Oleh yang demikian, kajian ini dirangka untuk membina dan menilai kebolegunaan modul STEM-PjBL untuk literasi saintifik dan pemikiran kritis pelajar sehingga pelajar dapat menguasai ilmu yang berkaitan dengan konsep yang diajarkan di sekolah rendah dan dapat menguasai kemahiran-kemahiran yang diperlukan pada abad 21. Model dan teori yang digunakan dalam penyelidikan ini akan dibincangkan dengan lebih lanjut dalam bab 2.

