

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dipaparkan mengenai metode penelitian yang meliputi: desain penelitian, lokasi dan subjek penelitian, prosedur penelitian, perangkat dan instrumen penelitian, teknik pengumpul data dan teknik analisis data penelitian.

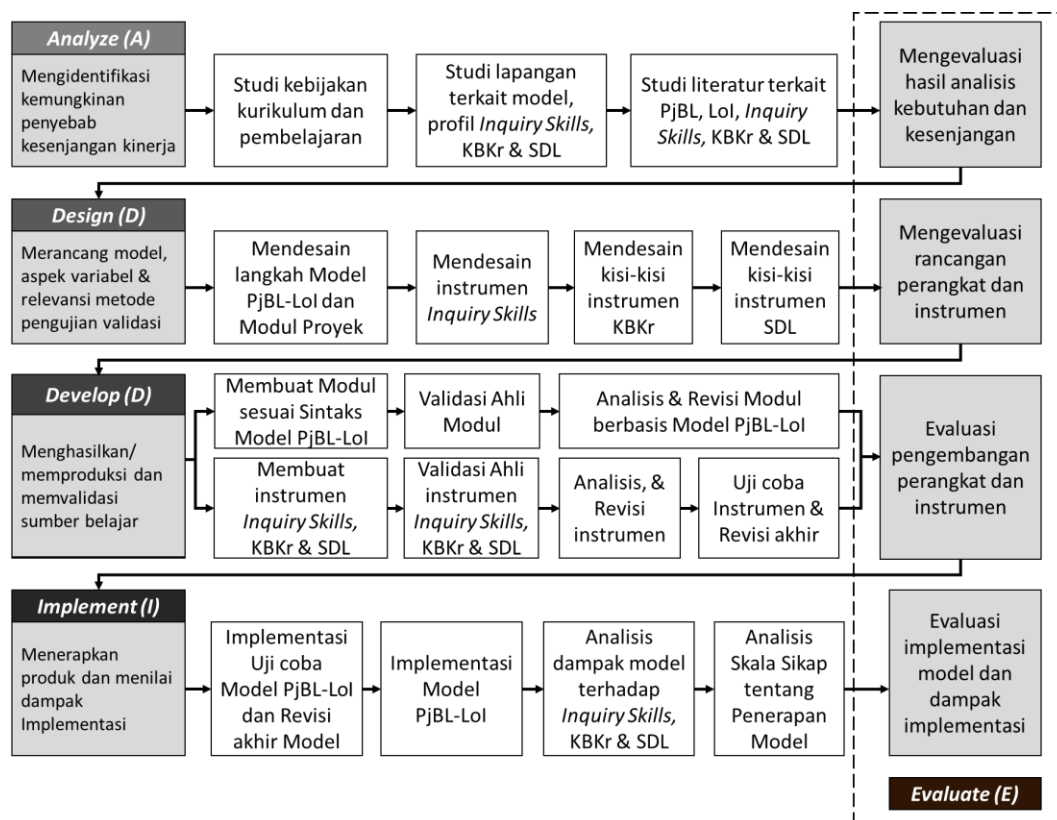
3.1 Metode dan Desain Penelitian

Penelitian ini berfokus untuk mengembangkan sebuah model pembelajaran yang dapat meningkatkan *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa dalam perkuliahan fisika. Berdasarkan tujuan tersebut maka penelitian ini menggunakan metode *Developmental Research* (Akker, 2013; Ibrahim, 2016; Richey & Klein, 2005) yang lebih spesifik pada pengembangan produk bidang pendidikan. Metode *Developmental Research* digunakan dalam beberapa penelitian sebelumnya dalam mengembangkan produk pendidikan berupa model pembelajaran (Maksum dkk., 2023; Sumarni dkk., 2025), media pembelajaran (Beloy dkk., 2024; Chu dkk., 2023; Cruz, 2025; Lertbumroongchai dkk., 2025) dan modul pembelajaran (Inarda, 2023; Refisis & Haris, 2022). Metode ini mengacu pada pendekatan kuantitatif dan kualitatif dalam mengembangkan produk pengajaran, namun lebih mengedepankan data kuantitatif (*quantitative-leading*) dalam proses desain dan pengembangan model. Hal ini dikarenakan satu jenis pendekatan saja (kualitatif atau kuantitatif) tidak cukup untuk menjawab masalah penelitian atau menjawab pertanyaan penelitian yang akan dilakukan (Bordens & Abbott, 2018; Guetterman & Fàbregues, 2025). Penggunaan data kuantitatif sekaligus kualitatif dalam penelitian akan menuntun penelitian pada kesimpulan yang lebih menyeluruh (Maxwell, 2025; Shaw dkk., 2018).

Penelitian ini bertujuan menghasilkan sebuah produk berupa model pembelajaran dengan mengintegrasikan dua sintaks model pembelajaran yaitu pembelajaran berbasis proyek dan mode *levels of inquiry* atau disebut Model *Project Based Learning with Levels of Inquiry* (PjBL-LoI). Model disertai sebuah modul proyek yang disusun mengikuti sintak dari model yang dikembangkan.

Dampak dari model diukur dengan menggunakan instrumen tes *inquiry skills*, tes keterampilan berpikir kreatif dan skala sikap *self-directed learning* mahasiswa yang juga didesain dan dikembangkan dalam penelitian ini.

Desain dari metode pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu desain penelitian dengan model *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation* atau dikenal dengan desain ADDIE. Desain penelitian ADDIE diadaptasi dari penelitian relevan sebelumnya (Aldoobie, 2015; Branch, 2009; Branch & Kopcha, 2014; Lubis dkk., 2022; Nabayra, 2023). Adapun desain ADDIE dalam penelitian ini ditampilkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Desain ADDIE dalam Penelitian

Menurut Branch & Kopcha (2014) konsep tahapan ADDIE meliputi: *Analyze (A)* yaitu mengidentifikasi kemungkinan penyebab kesenjangan performa belajar, *Design (D)* yaitu memverifikasi performa yang diharapkan, dan metode pengujian yang sesuai, *Develop (D)* yaitu menghasilkan dan memvalidasi sumber belajar, *Implement (I)* yaitu menerapkan produk dan menilai dampak dari

implementasi produk, dan *Evaluate* (E) dilakukan pada setiap akhir tahapan ADDI. Model desain dan pengembangan ini digunakan karena alasan: (1) instrumen spesifik yang akan digunakan untuk mengukur *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa dalam materi fisika dasar perlu dikembangkan dan (2) intervensi berupa pembelajaran dengan Model PjBL-LoI perlu dikembangkan dalam mata kuliah fisika dasar untuk mengatasi permasalahan rendahnya *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa.

Penelitian diawali dengan pengumpulan dan analisis data secara kualitatif dan kuantitatif baik dari kajian literatur maupun studi lapangan untuk mengeksplorasi fenomena awal yang berkaitan karakteristik pembelajaran, kebutuhan belajar, analisis awal *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa. Kemudian, dilakukan desain dan pengembangan program perkuliahan fisika dasar dengan Model PjBL-LoI meliputi pengembangan perangkat perkuliahan dan instrumen tes. Tahap implementasi perkuliahan fisika dasar dilakukan dengan Model PjBL-LoI, pengumpulan data dan analisis data tes *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa. Tahap akhir penelitian atau tahap evaluasi adalah pembahasan kualitatif dan kuantitatif secara komprehensif serta membuat kesimpulan hasil penelitian.

3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian

Studi pendahuluan dilakukan di Program Studi Sarjana Pendidikan Fisika salah satu Universitas di Kota Pontianak. Subjek penelitian ini terbagi menjadi subjek uji coba dan subjek implementasi model.

1. Subjek dalam validasi instrumen dalam penelitian ini adalah tim ahli yang berjumlah 5 orang Dosen Program Studi Pendidikan Fisika dan berpendidikan Doktor.
2. Subjek uji coba instrumen *inquiry skills* melibatkan mahasiswa program studi pendidikan IPA/fisika yang berjumlah 92 mahasiswa. Sedangkan subjek uji coba instrumen keterampilan berpikir kreatif melibatkan mahasiswa program

studi pendidikan fisika yang berjumlah 56 mahasiswa. Uji coba skala sikap *self-directed learning* melibatkan mahasiswa program studi pendidikan fisika yang berjumlah 127 mahasiswa.

3. Subjek uji coba implementasi Model PjBL-LoI melibatkan satu kelas (14 orang) mahasiswa Program Studi Sarjana Pendidikan Fisika di salah satu LPTK Kota Pontianak. Subjek diberi perlakuan pada salah satu materi fisika (Modul 1) dengan Model PjBL-LoI.
4. Subjek implementasi model skala luas melibatkan mahasiswa Program studi Pendidikan Fisika pada dua LPTK di Kota Pontianak yang terbagi menjadi dua kelompok dan telah memenuhi uji homogenitas subjek penelitian (Lampiran 23). Satu kelompok eksperimen (kelompok 1) dengan jumlah 37 mahasiswa diberikan perkuliahan fisika dengan Model PjBL-LoI dan satu kelompok kontrol (kelompok 2) dengan jumlah 21 mahasiswa diberi perkuliahan fisika dengan Model LoI sebagai kelas pembandingan.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini mengikuti langkah desain ADDIE sebagaimana pada Gambar 3.1. Berdasarkan langkah tersebut, maka prosedur dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

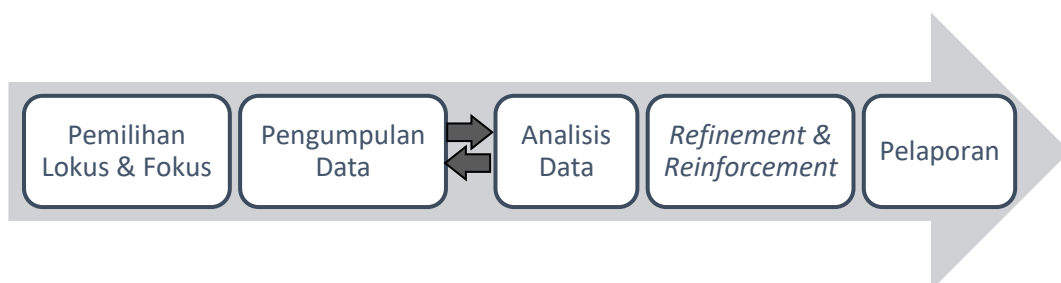
3.3.1 Tahap Analisis

Tahapan analisis berfokus pada menemukan dan memvalidasi kesengajaan kinerja khususnya dalam area penelitian yang berhubungan dengan pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis inkuiri, *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa di perguruan tinggi. Tujuan dari tahapan ini adalah menemukan fakta baik secara kebijakan, fakta teoritis dan fakta di lapangan dan mengungkapkan kesenjangan yang terjadi berkaitan dengan area penelitian. Tahapan analisis dilaksanakan meliputi beberapa kegiatan yaitu: 1) Studi kebijakan terhadap kurikulum dan pembelajaran, 2) Studi lapangan terkait profil awal dan analisis kebutuhan tentang pembelajaran berbasis inkuiri, *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning*

mahasiswa, dan 3) Studi literatur berkaitan dengan pembelajaran berbasis inkuiri, *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa.

Studi kebijakan dilakukan dengan menelaah kebijakan kurikulum di perguruan tinggi dan kurikulum program studi pendidikan fisika yang telah menerapkan kurikulum MBKM (merdeka belajar kampus merdeka). Kegiatan juga dilakukan dengan meninjau bagaimana integrasi pembelajaran berbasis proyek-inkuiri dan keterampilan inkuiri dalam kurikulum dan pembelajaran. Selain itu, kegiatan ini juga meninjau bagaimana integrasi keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* yang merupakan keterampilan abad 21 diterapkan dalam kurikulum dan pembelajaran khususnya pada mata kuliah fisika dasar.

Studi lapangan dilakukan dengan melakukan observasi dan mengumpulkan dokumen pendukung untuk menguatkan kesenjangan kinerja berkaitan dengan penerapan pembelajaran berbasis proyek dan inkuiri dalam pembelajaran fisika, pengukuran *inquiry skills*, pengukuran keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa dalam pembelajaran. Analisis dilakukan pada perangkat kuliah fisika dasar dan modul praktikum yang selama ini digunakan, dan dilakukan survei terhadap data kemampuan awal *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif, dan *self-directed learning* mahasiswa. Adapun tahapan studi lapangan dilakukan melalui tahapan sesuai Gambar 3.2.

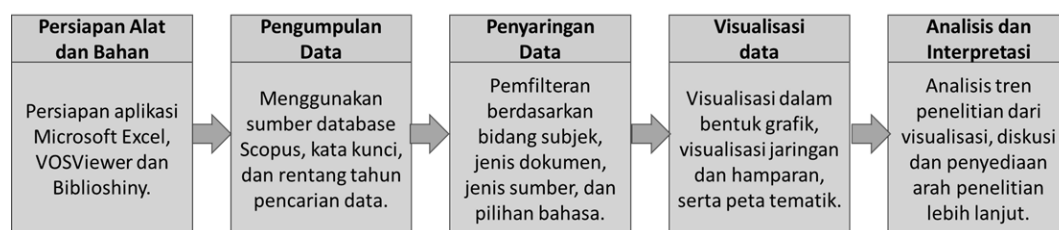


Gambar 3.2 Langkah-langkah Studi Lapangan

Pemilihan lokus dan fokus penelitian merupakan tahap awal dalam studi lapangan. Lokus atau lokasi penelitian yang dipilih adalah di salah satu Program Studi Pendidikan Fisika universitas swasta di Pontianak. Fokus penelitian ini adalah perkuliahan fisika khususnya dalam menerapkan pembelajaran berbasis

proyek dan inkuiri serta upaya dalam memfasilitasi *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa. Pengumpulan data dilakukan setelah ditentukan subjek penelitian dan teknik pengumpulan yang digunakan. Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa teknik yaitu analisis dokumentasi, skala sikap dan wawancara. Analisis data dilakukan setelah data dikumpulkan. Termasuk dalam tahapan ini adalah mengagregasi (mengumpulkan sejumlah data yang terpisah menjadi satu), mengorganisasi data, dan mengklasifikasikan data yang berkaitan dengan profil perkuliahan fisika dasar. Analisis data dilakukan baik secara deskriptif kualitatif maupun kuantitatif. Tahap *refinement* dan *reinforcement* dilakukan setelah analisis data dengan penyempurnaan kelengkapan data, bahkan jika terdapat beberapa informasi yang masih diperlukan maka dapat kembali dilakukan pengumpulan data yang diperlukan. Pelaporan merupakan tahap akhir dari kegiatan penelitian lapangan ini setelah ditemukan hasil berupa pengembangan teori serta kesimpulan dari hasil penelitian lapangan.

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan literatur dan data hasil penelitian dalam skala nasional dan internasional terkait pembelajaran berbasis proyek dan inkuiri dalam pembelajaran fisika, *Inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sintesis literatur dan analisis bibliometrik dari database SCOPUS serta menggunakan aplikasi R-Studio (Biblioshiny) dan VOSViewer untuk menemukan kesenjangan dari variabel yang akan diteliti. Metode bibliometrik digunakan dalam penelitian ini, meliputi tahapan penyiapan alat dan bahan, pengumpulan data, penyaringan data, visualisasi dan analisis data (Wahyudi dkk., 2024), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Langkah-langkah Studi Bibliometrik

Hasil analisis studi kebijakan, studi literatur dan studi lapangan kemudian dievaluasi. Hasil evaluasi akan menghasilkan keputusan terkait kebijakan perlunya pengembangan pembelajaran berbasis inkuiri-proyek dan pentingnya integrasi keterampilan abad 21 (keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning*) dalam pembelajaran. Selain itu hasil evaluasi juga akan ditentukan konsep atau teori-teori yang menunjang dalam desain dan pengembangan model pembelajaran berbasis proyek dan inkuiri untuk meningkatkan *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa.

3.3.2 Tahap Desain

Tahap desain merupakan kelanjutan tahap sebelumnya yaitu analisis kesenjangan dan analisis kebutuhan dalam pengembangan model. Setelah menemukan permasalahan dan kesenjangan dalam pembelajaran, profil awal *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif, dan *self-directed learning* mahasiswa, selanjutnya dilakukan desain Model PjBL-LoI dan instrumen *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa.

1. Desain Model PjBL-LoI dilakukan dengan menyusun *framework* model, langkah-langkah model dan desain perangkat penunjang berupa pedoman aktivitas perkuliahan dan modul perkuliahan berbasis Model PjBL-LoI yang dikembangkan. *Framework* Model PjBL-LoI didesain dengan mengintegrasikan langkah model *levels of inquiry* yang diadaptasi dari Wenning (2010) pada tahap *building knowledge, understanding and skills* dalam langkah pembelajaran berbasis proyek yang diadaptasi dari Boss (2015). Selanjutnya disusun langkah-langkah Model PjBL-LoI berserta pedoman aktivitas perkuliahan serta kaitannya dengan variabel lain yang diukur dalam penelitian ini yaitu *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning*. Selanjutnya ditentukan materi fisika dasar yang karakteristiknya sesuai dengan model yaitu materi pemuai termal, rangkaian listrik arus searah, dan induksi elektromagnetik. Modul perkuliahan fisika berbasis Model PjBL-LoI juga didesain sebagai pedoman aktivitas perkuliahan bagi mahasiswa. Modul didesain sesuai langkah Model PjBL-LoI

dengan muatan sumber belajar berupa teks (penyajian masalah dan instruksi langkah pembelajaran), video, simulasi dan virtual lab.

2. Instrumen *inquiry skills* diadaptasi dari Wenning (2007) dan didesain ulang dengan mendistribusikan 35 butir soal ke dalam sembilan aspek saintifik inkuiri. Desain final instrumen *inquiry skills* berupa Tabel kisi-kisi instrumen yang memuat aspek *inquiry skills*, nomor soal, konteks materi, butir (pertanyaan), kunci jawaban dan kriteria penilaian butir soal.
3. Instrumen keterampilan berpikir kreatif didesain dengan mengonstruksi butir soal berdasarkan aspek keterampilan berpikir kreatif sesuai materi yang telah ditentukan. Desain final instrumen keterampilan berpikir kreatif berupa Tabel kisi-kisi instrumen yang memuat aspek keterampilan berpikir kreatif, konteks materi, operasional aspek keterampilan berpikir kreatif, butir (pertanyaan), kunci jawaban dan kriteria penilaian butir soal.
4. Instrumen *self-directed learning* didesain dengan mengonstruksi dimensi dan aspek *self-directed learning* berdasarkan literatur dan hasil penelitian terdahulu. Kemudian pernyataan dari skala sikap disusun berdasarkan dimensi dan aspek *self-directed learning* yang telah dikonstruksi. Desain final skala sikap *self-directed learning* berupa Tabel kisi-kisi skala sikap yang memuat dimensi, aspek dan pernyataan yang digunakan.

Hasil analisis desain instrumen kemudian dievaluasi secara keseluruhan mencakup kesesuaian variabel, dimensi atau aspek dari instrumen terhadap Model PjBL-LoI yang dikembangkan. Tahap ini juga direncanakan metode pengujian validasi empiris yang sesuai dan akan digunakan pada tahap pengembangan.

3.3.3 Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan terdiri dari tiga kegiatan yaitu: 1) membuat perangkat perkuliahan berbasis Model PjBL-LoI dan instrumen pengumpulan data penelitian, 2) melakukan validasi ahli terhadap perangkat perkuliahan berbasis Model PjBL-LoI dan instrumen pengumpulan data penelitian yang dilakukan oleh tim ahli, 3) melakukan analisis hasil validasi perangkat perkuliahan dan instrumen pengumpul data penelitian, dan merevisi perangkat perkuliahan dan instrumen,

serta 4) melakukan uji coba dan merevisi perangkat dan instrumen pengumpul data penelitian.

Pengembangan perangkat perkuliahan meliputi kegiatan pembuatan pedoman aktivitas perkuliahan dan pengembangan modul perkuliahan fisika berbasis Model PjBL-LoI sebagai bahan utama dalam menerapkan Model PjBL-LoI dalam perkuliahan fisika materi pemuaian termal, rangkaian listrik arus searah, dan induksi elektromagnetik. Pedoman aktivitas perkuliahan disusun menyesuaikan Capaian Lulusan Program Studi dan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah. Kemudian ditentukan materi/bahan kajian, strategi perkuliahan, tujuan perkuliahan, alat dan sumber/bahan perkuliahan serta membuat tahapan langkah perkuliahan dengan Model PjBL-LoI pada materi pemuaian termal, rangkaian listrik arus searah, dan induksi elektromagnetik. Selanjutnya dibuat modul perkuliahan yang mengikuti tahapan Model PjBL-LoI.

Pengembangan instrumen untuk mengumpulkan data utama penelitian berupa pengembangan instrumen tes *inquiry skills*, instrumen tes keterampilan berpikir kreatif dan instrumen skala sikap *self-directed learning* mahasiswa. Instrumen tes *inquiry skills* yang diadaptasi diterjemahkan dalam bahasa Indonesia, kemudian diperbaiki berdasarkan kesesuaian makna terjemahan serta disesuaikan dengan konteks pembelajaran IPA-Fisika serta dilakukan penggantian soal dengan indikator yang sama pada soal yang tidak relevan. Instrumen keterampilan berpikir kreatif dibuat berdasarkan aspek keterampilan berpikir kreatif pada materi pemuaian termal, rangkaian listrik arus searah, dan induksi elektromagnetik. Instrumen skala sikap *self-directed learning* dibuat berdasarkan dimensi dan aspek *self-directed learning* yang telah ditentukan.

Setelah dikembangkan, perangkat perkuliahan berupa modul dan instrumen divalidasi oleh 5 orang tim ahli untuk menghasilkan data kuantitatif tentang kualitas perangkat perkuliahan dan instrumen yang di kembangkan, serta data kualitatif dari catatan komentar atau saran dari tim ahli untuk perbaikan perangkat dan instrumen penelitian. Hasil validasi ahli dijadikan dasar untuk melakukan revisi pertama pada perangkat dan instrumen penelitian. Selain validasi ahli, instrumen tes dan skala sikap juga diuji coba secara empiris pada subjek uji coba

mahasiswa program studi pendidikan fisika. Data hasil uji coba selanjutnya dianalisis pada tingkat butir dan keseluruhan instrumen tes menggunakan *Rasch Model* untuk mengetahui karakteristik berupa reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Khususnya pada skala sikap *self-directed learning* juga dilakukan analisis probabilitas skala sikap dan analisis DIF. Instrumen skala sikap *self-directed learning* yang dimensinya baru dikembangkan, juga dianalisis dengan metode *Exploratory Factor Analysis* (EFA) dan *Confirmatory Factor Analysis* (CFA) untuk mengetahui kesesuaian model dan hubungan dimensi dengan setiap aspek *self-directed learning* yang dikembangkan. Hasil pengembangan perangkat dan instrumen kemudian dievaluasi secara keseluruhan dari hasil analisis data kualitatif dan kuantitatif, sehingga dihasilkan perangkat dan instrumen yang valid dan reliabel serta siap diimplementasikan.

3.3.4 Tahap Implementasi

Tahap implementasi dilakukan melalui dua tahapan yaitu implementasi uji coba Model PjBL-LoI untuk mengetahui kelebihan dan kelemahan model, dan tahap implementasi Model PjBL-LoI untuk mengetahui pengaruh model terhadap *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa. Uji coba model dilakukan untuk mengetahui performa awal dari sintaks Model PjBL-LoI dan keterlaksanaan modul perkuliahan fisika berbasis Model PjBL-LoI. Uji coba dilakukan pada kelas uji coba dengan jumlah 14 mahasiswa melalui metode *pre-experimental (One-Group Pretest–Posttest Design)*. Desain *One-Group Pretest–Posttest Design* dipilih karena uji coba model hanya memerlukan satu kelas, membandingkan kondisi variabel terikat sebelum dan sesudah perlakuan dan fokus pada proses dan keterlaksanaan pembelajaran. Selanjutnya dilakukan revisi terhadap langkah model dan modul proyek sehingga dihasilkan Model PjBL-LoI dan modul perkuliahan yang valid dan teruji serta siap digunakan untuk meningkatkan *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa.

Setelah uji coba, selanjutnya dilakukan tahapan implementasi Model PjBL-LoI dalam perkuliahan fisika pada dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dengan jumlah 37 mahasiswa dan kelompok kontrol dengan jumlah 21

mahasiswa. Implementasi Model PjBL-LoI dilakukan dengan metode *quasi experiment*. Metode *quasi experiment* dipilih karena jumlah subjek penelitian hanya terdiri dari dua kelas dan tidak memungkinkan dilakukannya random sampel serta memberikan keuntungan dengan memanfaatkan kelompok yang sudah ada dalam lingkungan pendidikan (Babbie, 2021; Cohen dkk., 2018). Desain implementasi model memerlukan perbandingan variabel terikat sebelum dan setelah perlakuan (*Pretest-Posttest*) sehingga peneliti dapat lebih jelas mengetahui dampak dari variabel bebas (Model PjBL-LoI) daripada hanya mengukur kondisi akhir variabel bebas (Creswell & Guetterman, 2019). Selain itu, untuk memperkuat interpretasi hubungan sebab-akibat, mengendalikan bias atau ancaman validitas internal maka diperlukan kelompok kontrol (Bordens & Abbott, 2018; Lochmiller & Lester, 2017). Dalam penelitian ini, untuk mengetahui pengaruh Model PjBL-LoI terhadap peningkatan *inquiry skills* dan keterampilan berpikir kreatif digunakan desain *Pretest-Posttest Control Group Design* (Babbie, 2021) atau *Pretest-posttest Two Treatment Design* (Cohen dkk., 2018), sebagaimana ditampilkan pada Gambar 3.4. Sedangkan desain untuk mengetahui capaian *self-directed learning* mahasiswa setelah diterapkan Model PjBL-LoI digunakan desain sebagaimana ditampilkan pada Gambar 3.5.

Kelompok	Tes Awal	Perlakuan	Tes Akhir
1	O ₁ O ₂	X _A	O ₁ O ₂
2	O ₁ O ₂	X _B	O ₁ O ₂
Waktu/ urutan tindakan →			

Gambar 3.4 Skema Desain *Pretest-posttest Two Treatment*

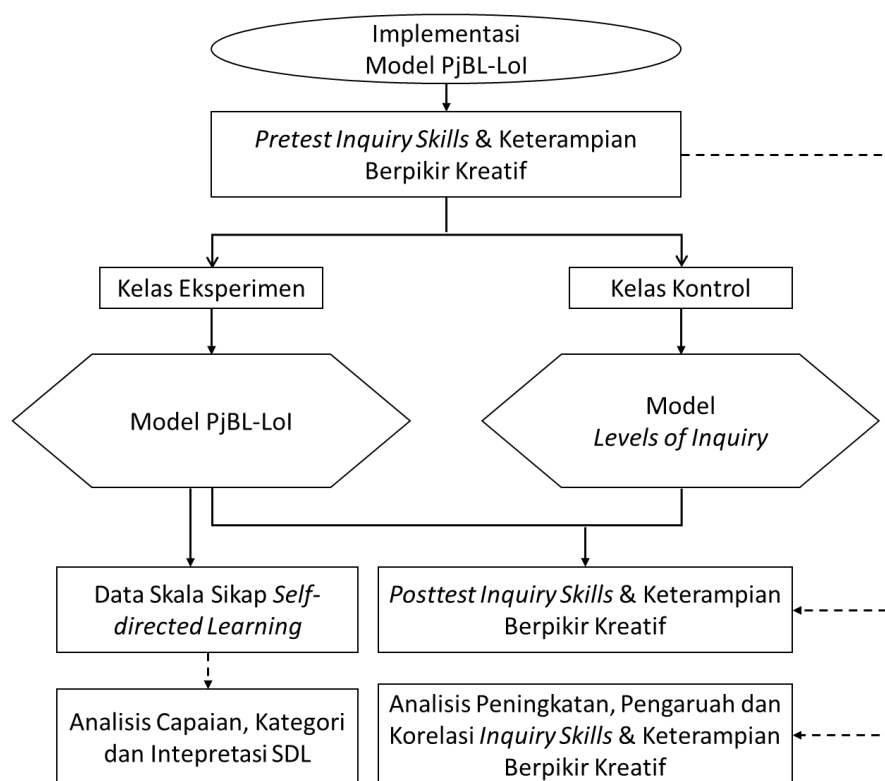
Berdasarkan desain pada Gambar 3.4, kelompok 1 merupakan kelompok eksperimen dengan perlakuan X_A yaitu diterapkan Model PjBL-LoI, sedangkan kelompok 2 merupakan kelompok kontrol dengan perlakuan X_B yaitu diterapkan Model *Levels of Inquiry*. Tes awal terdiri dari tes awal *inquiry skills* (O₁) dan tes awal keterampilan berpikir kreatif (O₂) yang diberikan baik pada 1 dan kelompok 2. Tes akhir *inquiry skills* dan tes akhir keterampilan berpikir kreatif juga diberikan dengan instrumen yang sama saat tes awal baik pada 1 (eksperimen) dan kelompok 2 (kontrol).

Selain itu, setelah Model PjBL-LoI diterapkan pada kelompok 1 (eksperimen), dilakukan juga pengukuran skala sikap *self-directed learning* (O_3) untuk mengetahui capaian *self-directed learning* mahasiswa setelah diterapkan Model PjBL-LoI, sesuai desain pada Gambar 3.5.

Kelompok	Tes Awal	Perlakuan	Tes Akhir
1	-	X_A	O_3
Waktu/ urutan tindakan →			

Gambar 3.5 Skema Desain *One Group Posttest*

Adapun prosedur implementasi Model PjBL-LoI di kelas eksperimen dan Model *Levels of Inquiry* di kelas kontrol ditampilkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Prosedur Implementasi dengan Desain Eksperimen dengan *Pretest-Posttest Control Group Design*

Tes awal (*pretest*) terdiri dari tes awal *inquiry skills* dan tes awal keterampilan berpikir kreatif yang diberikan kepada kedua kelas. Setelah diterapkan proses pembelajaran pada kedua kelas, kemudian dilakukan tes akhir (*posttest*) berupa tes *inquiry skills* dan tes akhir keterampilan berpikir kreatif.

Khusus pada kelas eksperimen, mahasiswa juga diberikan skala sikap untuk mengetahui *self-directed learning* setelah diterapkan Model PjBL-LoI. Modus yang digunakan dalam penerapan proses pembelajaran pada kedua kelas yaitu tatap muka (*offline*) dengan cakupan materi yang sama.

Dalam penelitian ini, pembelajaran fisika di kelas kontrol dilakukan dengan menerapkan Model *Levels of Inquiry* dengan tahapan seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Sintaks Model *Levels of Inquiry* di Kelas Kontrol

Sintaks Model <i>Levels of Inquiry</i>	Aktivitas Pembelajaran
<i>Discovery Learning</i>	- Mahasiswa melakukan aktivitas perkuliahan untuk menemukan konsep-konsep mendasar yang tercakup pada materi fisika atau mendefinisikan suatu besaran fisika yang dibahas dalam pembelajaran melalui pengamatan suatu fenomena fisika.
<i>Interactive Demonstration</i>	- Mahasiswa melakukan aktivitas perkuliahan untuk menemukan kebergantungan suatu besaran fisika terhadap besaran-besaran fisika lainnya dalam fenomena yang diamati dari demonstrasi.
<i>Inquiry Lesson</i>	- Mahasiswa melakukan aktivitas perkuliahan untuk merumuskan hipotesis tentang bentuk hubungan fungsional antara besaran-besaran fisis yang saling bergantung menggunakan metode analisis satuan dari besaran-besaran fisika terlibat.
<i>Inquiry Laboratory</i>	- Mahasiswa melakukan aktivitas perkuliahan untuk menemukan bentuk hubungan fungsional antara besaran-besaran fisis yang saling bergantung berdasarkan data empiris melalui kegiatan percobaan/praktikum, sehingga dapat menyimpulkan atau menjawab hipotesis yang telah diajukan.

Evaluasi implementasi dilakukan setiap akhir pertemuan perkuliahan pada kedua kelas dan berfokus pada efektivitas pelaksanaan atau proses perkuliahan serta hal-hal yang perlu dipersiapkan pada pertemuan selanjutnya. Evaluasi tahapan akhir perkuliahan juga dilakukan dengan melakukan analisis data kuantitatif berupa; 1) analisis data secara statistik deskriptif data *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning* mahasiswa; 2) melakukan analisis statistik inferensial terkait data peningkatan *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif dan *self-directed learning*, dan data korelasi atau hubungan

inquiry skills dengan keterampilan berpikir kreatif, dan 3) Analisis *effect size* untuk menentukan besarnya pengaruh Model PjBL-LoI terhadap *inquiry skills*, dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Evaluasi secara kualitatif diperoleh dengan mengambil data skala sikap mahasiswa terhadap perkuliahan fisika dasar dengan Model PjBL-LoI.

3.4 Perangkat dan Instrumen Pengumpul Data

3.4.1 Penyusunan Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran utama yang dikembangkan berupa perangkat perkuliahan fisika dasar dengan Model *Project Based Learning with Levels of Inquiry* (PjBL-LoI) yang meliputi: 1) Pedoman aktivitas perkuliahan dengan Model PjBL-LoI, dan 2) Modul perkuliahan berbasis proyek sesuai sintaks Model PjBL-LoI. Pedoman aktivitas perkuliahan dengan Model PjBL-LoI disusun dengan mengacu pada Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Program Studi dan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) Fisika Dasar. Adapun CPMK Fisika Dasar yaitu mahasiswa mampu menjelaskan dan menerapkan pengetahuan dasar tentang kalor, kelistrikan, kemagnetan, cahaya dan optika dalam menyelesaikan masalah secara kritis dan kreatif serta dapat mempresentasikannya secara kolaboratif dan bertanggung jawab, agar menjadi pembelajar sepanjang hayat yang lebih mandiri. Berdasarkan CPMK kemudian dipilih sub-CPMK dan materi yang relevan serta dirumuskan tujuan atau indikator capaian pembelajaran. Selanjutnya disusun langkah-langkah perkuliahannya dengan Model PjBL-LoI.

Perangkat perkuliahan yang juga disusun untuk mendukung penerapan Model PjBL-LoI adalah modul perkuliahan. Pembuatan modul mengikuti langkah Model PjBL-LoI yang telah disusun. Modul disusun menggunakan sumber atau bahan yang telah tersedia seperti berita informasi dari media masa online untuk pemaparan *real world problem*, video penjelasan materi, video simulasi, dan laboratorium virtual dari eksperimen PhET, *Flashy Science Experiment*, dan *Virtual Laboratory of Physics of Federal University of Ceara*. Modul dirancang dalam bentuk cetak dan memuat link web dan *QR-code* untuk mengakses berbagai media yang disediakan. Hasil pengembangan perangkat pembelajaran dengan

Model PjBL-LoI selanjutnya secara lengkap dijelaskan pada bagian hasil penelitian.

3.4.2 Penyusunan Instrumen Pengumpul Data

Instrumen penelitian yang akan digunakan untuk mengumpulkan data utama dalam penelitian ini berupa instrumen tes *inquiry skills*, instrumen tes keterampilan berpikir kreatif, dan skala sikap *self-directed learning*.

1. Instrumen Tes *Inquiry Skills*

Instrumen tes *inquiry skills* dikembangkan untuk mengukur keterampilan inkuiri mahasiswa sebelum dan setelah diterapkan model perkuliahan. Instrumen tes *inquiry skills* diadaptasi dari tes *Scientific Inquiry Literacy* yang dikembangkan oleh Wenning (2007) dan juga digunakan dalam beberapa penelitian sebelumnya (e.g Čipková dkk., 2024; Coppi dkk., 2025; Vo & Simmie, 2024), dengan kisi-kisi instrumen ditampilkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kisi-kisi Instrumen Tes *Inquiry Skills* dan Sebaran Butir Soal

No.	Aspek <i>Inquiry Skills</i>	Nomor Soal
1	Mengidentifikasi permasalahan yang akan diselidiki melalui aktivitas saintifik	13, 17, 22, 35
2	Menggunakan pendekatan induktif untuk rumuskan hipotesis atau model yang menggabungkan logika dan bukti.	11, 12, 21, 28
3	Menggunakan pendekatan deduktif, untuk menghasilkan prediksi dari hipotesis atau model.	20, 33, 34
4	Merancang prosedur eksperimental untuk menguji prediksi.	1, 4, 9, 24
5	Melakukan eksperimen ilmiah, observasi atau simulasi untuk menguji hipotesis atau model, termasuk; - o mengidentifikasi sistem percobaan; - o mengidentifikasi/mendefinisikan variabel secara operasional; - o serta melakukan eksperimen atau observasi terkendali.	2, 3, 5, 31
6	Mengumpulkan data yang bermakna, mengatur, dan menganalisis data secara akurat dan tepat, termasuk; - o menganalisis data untuk memahami tren dan hubungan; - o membuat dan menafsirkan grafik; - o mengembangkan hukum berdasarkan bukti menggunakan metode grafis atau model matematika lainnya, atau mengembangkan prinsip menggunakan induksi.	10, 14, 18, 19, 23
7	Menerapkan metode numerik dan statistik untuk mencapai dan mendukung kesimpulan, termasuk:	25, 26, 29, 30

No.	Aspek <i>Inquiry Skills</i>	Nomor Soal
	○ menggunakan teknologi dan matematika selama investigasi; ○ menerapkan metode statistik untuk membuat prediksi dan untuk menguji keakuratan hasil; ○ menarik kesimpulan yang tepat dari bukti.	
8	Menjelaskan hasil yang tak terduga, termasuk: ○ merumuskan hipotesis/model alternatif jika perlu; ○ mengidentifikasi dan mengkomunikasikan sumber kesalahan eksperimental yang tidak dapat dihindari; ○ mengidentifikasi kemungkinan alasan untuk hasil yang tidak konsisten seperti sumber kesalahan atau kondisi yang tidak terkendali.	7, 8, 15, 16
9	Menggunakan teknologi yang tersedia dalam melaporkan, menampilkan, dan mempertahankan hasil investigasi kepada audiens.	6, 27, 32

Instrumen tes *inquiry skills* terdiri dari 35 soal pilihan ganda dengan empat opsi pilihan jawaban. Setiap soal dijawab benar akan diberi skor 1 dan salah diberi skor 0. Instrumen tes *inquiry skills* dikembangkan melalui tahap *analysis*, *design* dan *development* dalam penelitian ini, dan hasilnya secara lengkap jelaskan pada bagian hasil penelitian serta instrumen lengkap ditampilkan pada Lampiran 3.

2. Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kreatif

Instrumen tes keterampilan berpikir kreatif dikembangkan untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif mahasiswa baik sebelum maupun setelah diterapkan model pembelajaran. Instrumen tes keterampilan berpikir kreatif dikembangkan dengan indikator yang diadaptasi dari (Hu & Adey, 2002) meliputi aspek *fluency*, *flexibility*, dan *originality*, dengan kisi-kisi ditampilkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kisi-kisi Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kreatif

Aspek KBKr	Konteks Materi Fisika	Operasional Aspek KBKr	No. Soal
<i>Fluency Thinking</i> (Berpikir lancar)	Arus, Hambatan dan Rangkaian Listrik	Diberikan suatu narasi permasalahan berkaitan dengan redupnya lampu sepeda motor setelah lampu baru ditambahkan dalam rangkaian, mahasiswa dapat mengajukan banyak pertanyaan kreatif dan beragam terkait faktor yang mempengaruhi terang-redup lampu dalam rangkaian kelistrikan sepeda motor.	1a
<i>Flexibility Thinking</i> (Berpikir fleksibel)			1b
<i>Fluency Thinking</i> (Berpikir lancar)	Arus, Hambatan dan Rangkaian Listrik	Diberikan suatu narasi permasalahan berkaitan dengan peristiwa penyimpangan skala pengukuran amperemeter yang	2

Aspek KBK _r	Konteks Materi Fisika	Operasional Aspek KBK _r	No. Soal
		melebihi skala maksimum saat mengukur arus total rangkaian, mahasiswa dapat memberikan banyak gagasan atau cara alternatif agar dapat mengukur arus total dalam rangkaian.	
<i>Flexibility Thinking</i> (Berpikir fleksibel)	Arus, Hambatan dan Rangkaian Listrik	Diberikan suatu narasi permasalahan terkait keinginan mengatur terang-redupnya lampu untuk keperluan aktivitas tertentu di dalam kamar, mahasiswa dapat memberikan beragam gagasan alternatif untuk mendesain rangkaian listrik untuk keperluan pengaturan terang-redupnya lampu.	3
<i>Originality Thinking</i> . (Berpikir orisinal)	Arus, Hambatan dan Rangkaian Listrik	Diberikan suatu narasi permasalahan terkait redupnya lampu pada suatu rangkaian listrik yang disusun berdasarkan peralatan yang diberikan, mahasiswa dapat memberikan ide/solusi dengan cara baru atau memperbaharui cara yang sudah ada untuk mendesain rangkaian listrik yang dapat menyalakan lampu lebih terang menggunakan peralatan yang disediakan.	4
<i>Originality Thinking</i> . (Berpikir orisinal)	Arus, Hambatan dan Rangkaian Listrik	Diberikan suatu narasi permasalahan terkait adanya kandungan ion pengotor yang mempengaruhi kualitas air sumur, mahasiswa dapat memberikan ide/solusi dengan cara baru atau memperbaharui cara sebelumnya untuk mendesain rangkaian listrik untuk mengukur konduktivitas air sumur.	5
<i>Fluency Thinking</i> (Berpikir lancar)	Induksi elektromagnetik	Diberikan suatu narasi permasalahan terkait kurang optimalnya nyala lampu yang diberi sumber listrik dari generator listrik, mahasiswa dapat mengajukan banyak gagasan kreatif yang beragam dengan mempertimbangkan faktor yang mempengaruhi besarnya GGL induksi elektromagnetik pada generator.	6a
<i>Flexibility Thinking</i> (Berpikir fleksibel)			6b
<i>Flexibility Thinking</i> (Berpikir fleksibel)	Induksi elektromagnetik	Diberikan suatu narasi permasalahan terkait polusi lingkungan akibat sumber energi berbahan bakar fosil, mahasiswa dapat memberikan beragam gagasan alternatif dalam menggunakan konsep induksi elektromagnetik untuk membuat pembangkit listrik alternatif bersumber tenaga air sebagai solusi mengantisipasi pencemaran/polusi lingkungan.	7

Aspek KBK _r	Konteks Materi Fisika	Operasional Aspek KBK _r	No. Soal
<i>Originality Thinking.</i> (Berpikir orisinal)	Induksi elektromagnetik	Diberikan suatu narasi permasalahan terkait kumparan penerima <i>wireless charger</i> tidak dapat mengalirkan arus listrik ke ponsel, mahasiswa dapat memberikan ide/gagasan dengan cara baru atau memperbaharui cara yang sudah untuk mendesain rangkaian penerima induksi elektromagnetik untuk keperluan <i>wireless charger</i> ponsel.	8
<i>Fluency Thinking</i> (Berpikir lancar)	Suhu dan Pemuaian	Diberikan suatu narasi permasalahan berkaitan dengan sulitnya membuka tutup wadah makanan, mahasiswa dapat memberikan sebanyak-banyaknya ide/gagasan untuk membuka tutup wadah tanpa merusaknya.	9
<i>Fluency Thinking</i> (Berpikir lancar)	Suhu dan Pemuaian	Disajikan sebuah narasi permasalahan tentang seseorang yang sedang mencuci piring kemudian mendapatkan ada dua gelas yang ukurannya sama saling menempel dengan ujung bawah gelas yang satu masuk ke mulut gelas yang lainnya. Mahasiswa diminta untuk memberikan sebanyak-banyaknya ide/gagasan untuk memisahkan gelas tanpa membuat gelas pecah.	10
<i>Flexibility Thinking</i> (Berpikir fleksibel)	Suhu dan Pemuaian	Disajikan sebuah narasi permasalahan tentang kebocoran air pada dispenser pemanas air, mahasiswa dapat mengajukan banyak pertanyaan eksploratif dan beragam terkait penyebab terjadinya kebocoran pada dispenser pemanas air.	11
<i>Originality Thinking.</i> (Berpikir orisinal)	Suhu dan Pemuaian	Disajikan sebuah narasi terkait tugas membuat sebuah sensor lampu, mahasiswa dapat memberikan ide/gagasan dengan cara baru atau memperbaharui cara yang sudah ada untuk mendesain sensor lampu menggunakan konsep pemuaian.	12

Soal disusun dalam bentuk tes uraian yang berjumlah 12 butir (14 berserta sub-butir) berdasarkan konteks dalam materi fisika dasar meliputi materi pemuaian termal, rangkaian listrik arus searah dan induksi elektromagnetik. Setiap soal disediakan pedoman penskoran berdasarkan aspek keterampilan berpikir kreatif. Instrumen tes keterampilan berpikir kreatif dikembangkan

melalui tahap *analysis*, *design* dan *development* dalam penelitian ini, dan hasilnya secara lengkap jelaskan pada bagian hasil penelitian serta instrumen lengkap ditampilkan pada Lampiran 4.

3. Instrumen Skala Sikap *Self-directed Learning*

Instrumen berupa skala sikap *self-directed learning* dikembangkan untuk mengukur *self-directed learning* mahasiswa setelah diterapkan model pembelajaran yang dikembangkan. Skala sikap dikonstruksi dengan menyintesis dimensi dan aspek setiap dimensi *self-directed learning* yang telah dikembangkan oleh Williamson (2007), Cheng dkk. (2010) dan Brandt (2020). Hasil sintesis ditetapkan 7 dimensi dan 21 aspek *self-directed learning* kemudian dikembangkan pernyataan dengan jumlah (N) sebanyak 42 butir yang mewakili setiap aspek dan dimensi *self-directed learning*. Adapun kisi-kisi instrumen skala sikap *self-directed learning* ditampilkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kisi-kisi Instrumen Skala Sikap *Self-directed Learning*

Dimensi	Aspek	Kode Butir	N
<i>Learning Motivation</i> Dimensi yang berkaitan dengan dorongan dari dalam diri peserta didik dan rangsangan dari luar yang mendorong keinginan untuk belajar serta keyakinan mendasar bahwa kecerdasan dan kepribadian dapat berubah sesuai pengalaman.	- Motivasi intrinsik	LM1-LM2	2
	- Motivasi ekstrinsik	LM3-LM4	2
	- <i>Growth mindset</i>	LM5-LM6	2
<i>Learning Strategies</i> Dimensi yang berkaitan dengan kemampuan untuk secara mandiri menetapkan tujuan pembelajaran, menentukan strategi dan sumber pembelajaran yang tepat agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara efektif.	- Menentukan kebutuhan belajar	LS1-LS2	2
	- Menetapkan tujuan belajar	LS3-LS4	2
	- Menentukan strategi dan sumber belajar	LS5-LS6	2
<i>Learning Activities</i> Dimensi yang berkaitan dengan kemampuan diri untuk terlibat secara aktif dalam aktivitas pembelajaran sehingga dapat mengarahkan diri sendiri dalam proses pembelajaran.	- Proaktif dalam proses belajar	LA1-LA2	2
	- Mengontrol proses belajar	LA3-LA4	2
	- Efikasi diri dalam proses belajar.	LA5-LA6	2
<i>Learning Evaluation</i> Dimensi yang berkaitan dengan kemampuan dalam memantau dan mengevaluasi proses dan hasil belajar.	- Memantau perkembangan belajar	LE1-LE2	2
	- Merefleksi hasil belajar	LE3-LE4	2
	- Mengevaluasi proses dan hasil belajar	LE5-LE6	2

Dimensi	Aspek	Kode Butir	N
<i>Interpersonal Communication</i> Dimensi yang berkaitan dengan kemampuan dalam berinteraksi dan berkomunikasi dengan orang lain dalam proses pembelajaran.	- Komunikasi lisan	IC1-IC2	2
	- Komunikasi tulisan	IC3-IC4	2
	- Interaksi sosial dalam belajar	IC5-IC6	2
<i>Personal Responsibility</i> Dimensi yang berkaitan dengan tanggung jawab dan kesadaran dalam belajar serta mengutamakan integritas dan etika dalam proses pembelajaran.	- Tanggung jawab belajar	PR1-PR2	2
	- Inisiatif dalam belajar	PR3-PR4	2
	- Integritas dan etika dalam belajar	PR5-PR6	2
<i>Learning Autonomy</i> Dimensi yang berkaitan dengan kemampuan mengelola pembelajaran dari awal hingga akhir, menetapkan pilihan dalam pengambilan keputusan dan terlibat dalam tantangan dalam proses pembelajaran.	- Pengelolaan belajar	LO1-LO2	2
	- Pengambilan keputusan dalam belajar	LO3-LO4	2
	- Terlibat dalam tantangan belajar	LO5-LO6	2
Total Butir			42

Skala sikap dibuat menggunakan 4 opsi/*rating* dengan skor yaitu 4=sangat sesuai, 3=sesuai, 2=tidak sesuai dan 1=sangat tidak sesuai dengan kondisi responden. Adapun dimensi, aspek dan jumlah butir pernyataan skala sikap *self-directed learning* disajikan dalam tahap desain. Instrumen skala sikap *self-directed learning* dikembangkan melalui tahap *analysis, design* dan *development* dalam penelitian ini, dan hasilnya secara lengkap jelaskan bagian hasil penelitian serta instrumen lengkap ditampilkan pada Lampiran 5.

4. Instrumen Pendukung lainnya

Penelitian ini juga menggunakan instrumen pendukung lainnya berupa skala sikap untuk mengetahui pengalaman belajar mahasiswa menggunakan Model PjBL-LoI (Lampiran 14) dan instrumen tes penguasaan konsep fisika materi suhu dan pemuaian termal, rangkaian listrik DC dan induksi elektromagnetik yang menggunakan soal Ujian Akhir Semester Mata Kuliah Fisika Dasar (Lampiran 24).

3.4.3 Validasi Ahli Perangkat dan Instrumen Pengumpul Data

Perangkat pembelajaran berupa modul fisika berbasis Model PjBL-LoI dan instrumen tes keterampilan berpikir kreatif, tes *inquiry skills* dan skala sikap *self-*

directed learning yang telah selesai di konstruksi selanjutnya di validasi oleh tim ahli. Validasi ahli dilakukan oleh 5 orang tim ahli. Data hasil validasi ahli diperoleh melalui lembar validasi perangkat dan instrumen pengumpul data. Adapun aspek validasi ahli modul perkuliahan mencakup aspek materi (5 indikator), aspek konstruksi (6 indikator), aspek desain dan tampilan (5 indikator) dan aspek bahasa (4 indikator), sehingga secara keseluruhan terdapat 20 indikator penilaian validasi ahli. Instrumen pengumpul data berupa instrumen tes *inquiry skills*, instrumen tes keterampilan berpikir kreatif dan skala sikap *self-directed learning* divalidasi dengan tiga aspek validasi yaitu aspek materi/isi (3 indikator), aspek konstruksi (3 indikator) dan aspek bahasa (3 indikator).

Penilaian validasi ahli pada setiap indikator dilakukan dengan menggunakan skala dikotomi (1-0 atau valid-tidak valid) dan dianalisis dengan menggunakan analisis Persamaan *Modified-Kappa* (k^*). Persamaan *Modified-Kappa* (k^*) dipilih karena mengatasi kelemahan dari Persamaan *I-CVI* dan *Kappa* yang umumnya digunakan serta merupakan persamaan yang paling relevan dalam analisis *expert judgement* (Almanasreh dkk., 2019; Polit dkk., 2007). Persamaan *Modified-Kappa* (k^*) dituliskan dalam Persamaan 3.1 berikut.

$$k^* = \frac{(I - CVI) - p_c}{1 - p_c} \quad \dots (3.1)$$

Dengan $p_c = \left[\frac{N!}{A!(N-A)!} \right] [0,5^N]$

Keterangan:

k^* = *Modified-Kappa Index*

I-CVI = *Item-level content validity index* = proporsi persetujuan valid setiap item

N = Jumlah tim ahli (*expert judge*)

A = Jumlah ahli yang setuju pada kriteria relevan (valid)

Modified-Kappa Indeks (k^*) dihitung setiap indikator penilaian dan nilai rata-rata k^* dihitung untuk setiap aspek validasi (materi, konstruksi dan bahasa). Adapun kriteria evaluasi *Modified-Kappa Indeks* (k^*) yang dapat diterima atau memenuhi kriteria validitas yaitu valid jika $k^* \geq 0,4$ dan tidak valid jika $k^* < 0,4$. Perangkat perkuliahan (modul proyek) dan instrumen pengumpul data akan

direvisi jika kriteria indikator tidak valid dan revisi juga dilakukan berdasarkan catatan atau saran yang telah diberikan oleh tim ahli.

3.4.4 Analisis Uji Coba Instrumen Pengumpul Data

Instrumen pengumpul data berupa tes *inquiry skills*, keterampilan berpikir kreatif, dan skala sikap *self-directed learning* yang telah selesai di konstruksi dan divalidasi oleh ahli, selanjutnya diuji coba dan karakteristik setiap instrumen dianalisis menggunakan Analisis Rasch Model (Bond dkk., 2021; Liu, 2020). Adapun analisis karakteristik instrumen yang dianalisis berdasarkan parameter analisis Rasch Model meliputi reliabilitas instrumen dari data *Cronbach Alpha Index* (KR-20), daya pembeda item dari data *standard error model measurement* dan *separation index*, tingkat kesulitan item dari data *Item Measure*, bias item instrumen dari data DIF (*differential item functioning*), dan analisis probabilitas skala sikap (Lee dkk., 2021; Finch & French, 2019). Adapun secara rinci dijelaskan sebagai berikut.

1. Reliabilitas instrumen dianalisis dari *Cronbach Alpha* (KR-20) *Reliability* untuk mengetahui konsistensi internal pengukuran pada instrumen tes *inquiry skills*, tes keterampilan berpikir kreatif dan skala sikap *self-directed learning*. Reliabilitas ini menunjukkan sejauh mana item-item dari dimensi (variabel) suatu instrumen hanya berhubungan dengan dimensi tersebut dan bukan berasal dari dimensi lain (Oluwatayo, 2012). Semakin tinggi *Cronbach Alpha* (KR-20) *Reliability* maka semakin tinggi konsistensi instrumen, dan semakin tinggi interaksi antara item (pertanyaan) dan person (responden) serta semakin sensitif instrumen dalam membedakan kemampuan siswa (Soeharto & Csapó, 2021). Tidak ada standar yang absolut dalam menetapkan kriteria reliabilitas (Andrich, 2018), namun indeks *Cronbach Alpha* (KR-20) *Reliability* yang disarankan setidaknya lebih dari 0,45 (Taber, 2018). Indeks *Cronbach Alpha* (KR-20) *Reliability* lebih rinci dapat dikategorikan menjadi lima kategori (Sumintono & Widhiarso, 2015) sesuai pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Kriteria *Cronbach Alpha Reliability Index*

<i>Cronbach Alpha Reliability Index (R)</i>	Kriteria
$R \geq 0,8$	Sangat Baik
$0,7 \leq R < 0,8$	Baik
$0,6 \leq R < 0,7$	Cukup
$0,5 \leq R < 0,6$	Rendah
$R < 0,5$	Sangat Rendah

2. Tingkat kesulitan item dianalisis dari data *Item Measure* Rasch Model. Analisis tingkat kesulitan item hanya dilakukan pada instrumen tes *inquiry skills*. Analisis *Item Measure* menghasilkan nilai logit (*logit value*) tiap butir soal tes. Semakin tinggi *logit value of item* (LVI) maka tingkat kesulitan butir soal juga semakin tinggi (Sumintono & Widhiarso, 2015). Nilai rerata dan standar deviasi LVI dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesulitan butir soal tes. Tingkat kesulitan item dapat dikelompokkan menjadi yaitu sangat sulit ($LVI \geq M+SD$), sulit ($M \leq LVI < M+SD$), mudah ($M-SD \leq LVI < M$), dan sangat mudah ($LVI < M-SD$).
3. Daya pembeda dianalisis dari data *point measure correlation* (PTMA) untuk mengetahui kemampuan instrumen *inquiry skills* dan instrumen keterampilan berpikir kreatif dalam membedakan responden yang mampu menjawab soal dengan benar (kemampuan tinggi) dengan responden yang tidak dapat menjawab soal dengan benar (kemampuan rendah). Daya pembeda setiap item dikatakan baik jika PTMA bernilai positif (Soeharto & Csapó, 2021). PTMA juga dapat dikategorikan berdasarkan rentang nilai PTMA dengan kriteria (Smiley, 2015; Utari dkk., 2021) seperti pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Kriteria Daya Pembeda Item Instrumen *Inquiry Skills* dan Instrumen Keterampilan Berpikir Kreatif

<i>Nilai PTMA</i>	Kriteria Daya Pembeda
$PTMA > 0,40$	Sangat Baik
$0,30 \leq PTMA \leq 0,40$	Baik
$0,20 \leq PTMA < 0,30$	Cukup
$PTMA < 0,20$	Kurang Baik

Selain daya pembeda ditingkat item, dalam analisis Rasch terdapat pula analisis daya pembeda ditingkat instrumen yang dapat dianalisis dari nilai

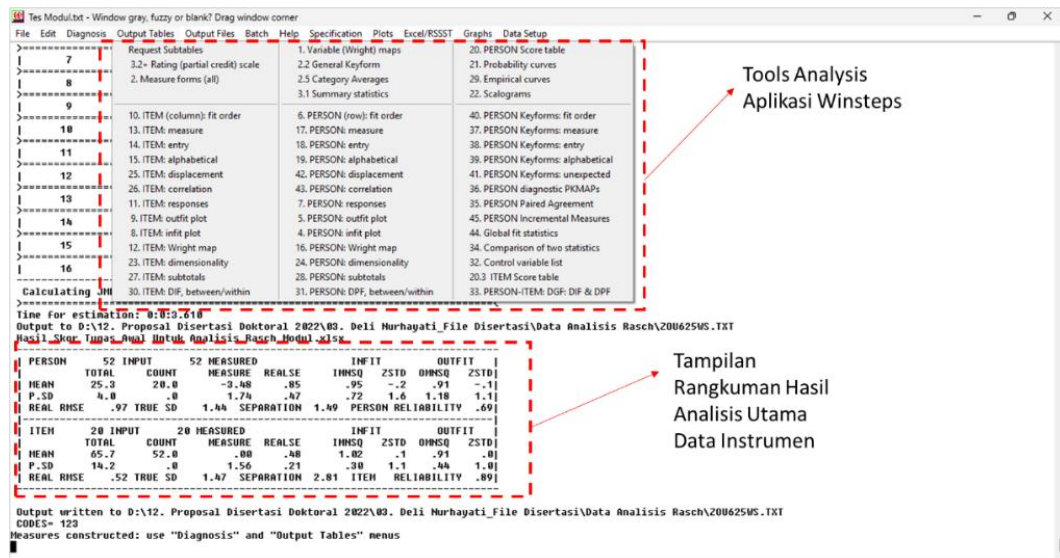
Person Separation Index (SI) untuk menilai kemampuan instrumen dalam membedakan responden yang memiliki kemampuan atau karakteristik yang berbeda. *Person separation index* dapat dikonversi menjadi *Separation Strata (H)* dengan Persamaan $H = [(4 \times SI) + 1]/3$. Adapun kriteria *Separation Strata* dalam Parameter Rasch Model (Fisher, 2007; Sumintono & Widhiarso, 2015), ditampilkan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Kriteria *Person Separation Strata*

<i>Person Separation Strata (H)</i>	Kriteria
$H \geq 5$	Istimewa
$4 \leq H < 5$	Sangat Baik
$3 \leq H < 4$	Baik
$2 \leq H < 3$	Cukup
$H < 2$	Rendah

- Analisis indeks *Differential Item Functioning (DIF)* dilakukan pada instrumen skala sikap *self-directed learning* untuk mengumpulkan bukti bahwa fungsi pengukuran pada instrumen tidak mengandung bias berdasarkan kategori atau sub-kelompok responden (Engelhard & Wind, 2018), seperti berdasarkan gender. Dalam mengembangkan instrumen baru seperti skala sikap *self-directed learning*, penting untuk menyelidiki apakah setiap pernyataan skala sikap memiliki makna yang berbeda untuk kelompok yang berbeda (Andrich & Marais, 2019). Dalam analisis Rasch, instrumen mengandung bias jika memenuhi semua dari tiga kriteria yaitu probabilitas yang signifikan ($p < 0,05$) dan nilai $t > 2$ menggunakan *Welch's t-test* (Khalaf dkk., 2022) serta *DIF contrast* $> 1,00$ logit (Fan dkk., 2022).
- Analisis Struktur Probabilitas Skala Sikap dilakukan pada instrumen skala sikap *self-directed learning*. Teknik analisis yang digunakan untuk menginvestigasi struktur probabilitas skala sikap *self-directed learning* adalah metode *Rasch-Andrich Thresholds* (Andrich, 2011; Effatpanah dkk., 2025). Karakteristik yang diharapkan dalam analisis ini adalah setiap kategori skala penilaian memiliki puncak probabilitas tersendiri yang jelas sehingga skala penilaian berfungsi dengan baik (Brann dkk., 2021).

Analisis *Rach Model* dilakukan dengan berbantuan Software Winsteps® Rasch Measurement Versi 5.4.7.0 (Linacre, 2024) sebagaimana tampilan Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Tampilan Lembar Kerja Software Winsteps® Versi 5.4.7.0 untuk Menganalisis Instrumen dengan Rasch Model

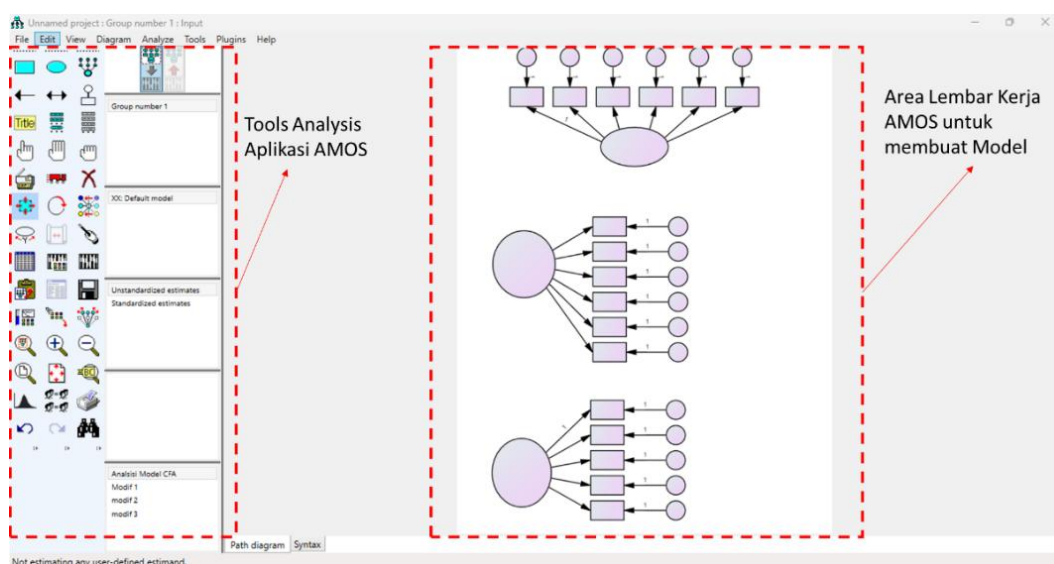
Winsteps adalah perangkat lunak yang membantu dalam menganalisis data menggunakan Model Rasch, terutama dalam bidang pendidikan, survei sikap, dan analisis skala penilaian (Linacre, 2025). Hasil analisis Model Rasch melalui aplikasi Winsteps menghasilkan pengukuran yang objektif dan akurat dari data yang dikumpulkan, sehingga dapat membantu dalam membuat keputusan yang lebih tepat dalam pengembangan instrumen penelitian.

Selain Analisis Rasch Model, pada skala sikap *self-directed learning* yang dimensinya dikembangkan perlu dianalisis menggunakan analisis faktor. Analisis faktor digunakan untuk menemukan pemodelan variabel laten (dimensi-dimensi *self-directed learning*) mewakili sebuah konstruk (*self-directed learning*) yang menjadi perhatian utama dan bersifat teoritis (Finch & French, 2019). Data hasil uji coba skala sikap *self-directed learning* kemudian dianalisis dengan teknik EFA (*Exploratory Factor Analysis*) dan CFA (*Confirmatory Factor Analysis*) untuk menemukan properti psikometri instrumen. Hasil analisis tersebut akan diperoleh model hierarki CFA dan model korelasi CFA. Adapun beberapa

parameter analisis EFA (Alemdar & Anılan, 2020; Eliyawati dkk., 2023) dan CFA (Li dkk., 2022), untuk memenuhi kriteria kecocokan model dalam konstruksi skala sikap *self-directed learning* yang baik sesuai pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Parameter-parameter dalam Analisis Faktor (EFA dan CFA)

Analisis	Parameter	Kriteria Penerimaan
EFA	<i>Kaiser-Meyer-Olkin [KMO] test</i>	>0,50
	<i>Barlett's test</i>	Sig. <0,05
	<i>Loading Factor</i>	>0,30
CFA	CMIN/DF	≤3,00
	RMSEA	0,08-0,10
	GFI	>0,90
	AGFI	>0,90
	CFI	>0,90
	IFI	>0,90
	TLI	>0,90



Gambar 3.8 Tampilan Lembar Kerja Software IBM® SPSS® AMOS™ versi 29.0 untuk Menganalisis Skala Sikap dengan Metode EFA dan CFA

Analisis EFA (*Exploratory Factor Analysis*) dan CFA (*Confirmatory Factor Analysis*) dilakukan menggunakan Software IBM® SPSS® AMOS™ versi 29.0 (Amos Development Corporation, 2022) seperti tampilan pada Gambar 3.8. AMOS (*Analysis of Moment Structures*) menggunakan metode analisis data yang dapat digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel-variabel mencakup

beberapa teknik analisis seperti analisis regresi dan *factory analysis* (Arbuckle, 2008; Sürücü dkk., 2023). Selain itu, AMOS juga memiliki beberapa keunggulan, seperti kemampuan untuk menganalisis data yang kompleks, menghasilkan *output* visual dan mudah dipahami, serta dapat diintegrasikan dengan software lain seperti SPSS.

Hasil analisis validasi ahli dan uji coba menunjukkan bahwa instrumen tes *inquiry skills*, instrumen keterampilan berpikir kreatif, dan instrumen skala sikap *self-directed learning* memenuhi kriteria valid, reliabel, dan memenuhi beberapa parameter lainnya yang telah ditetapkan. Kriteria valid dan reliabel menjadi salah satu karakteristik pendukung dari Model PjBL-LoI yang dikembangkan. Hasil pengembangan instrumen tes *inquiry skills*, instrumen keterampilan berpikir kreatif, dan instrumen skala sikap *self-directed learning* mulai dari tahap *analysis*, *design* dan *development* selanjutnya secara lengkap dijelaskan pada bagian hasil penelitian.

3.5 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

3.5.1 Teknik Pengumpul Data

Data utama dalam penelitian ini berupa data tes *inquiry skills* dan data tes keterampilan berpikir kreatif mahasiswa baik sebelum dan setelah diterapkan Model PjBL-LoI dalam perkuliahan fisika. Data *self-directed learning* juga dikumpulkan dengan instrumen skala sikap setelah mahasiswa menerima perkuliahan fisika dengan Model PjBL-LoI. Sehingga teknik pengumpulan data berupa teknik tes dan teknik non tes. Adapun ringkasan jenis data, sumber data dan teknik pengumpulan data serta instrumen penelitian disajikan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Jenis Data, Data, Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data

No.	Jenis Data	Data	Sumber Data	Teknik Pengumpul Data	Instrumen
1	Data karakteristik Model PjBL-LoI yang dikembangkan pada materi fisika	Data hasil analisis kebutuhan dan studi pendahuluan	Dokumen Kurikulum, RPS dan Modul Praktikum.	Dokumentasi	Lembar telaah dokumen
			Mahasiswa	Teknik Non Tes	Angket Skala sikap <i>Self-directed Learning</i>

No.	Jenis Data	Data	Sumber Data	Teknik Pengumpul Data	Instrumen
			Dosen	Teknik tes	Tes <i>Inquiry Skills</i>
				Teknik Non Tes	Lembar wawancara
		Data hasil validasi Modul berbasis Model PjBL-LoI	Tim Ahli atau validator	Teknik non tes	Lembar validasi modul berbasis Model PjBL-LoI
		Data hasil uji coba Model	Dosen dan Dokumen lembar kerja mahasiswa	Dokumentasi dan Observasi	Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dan capaian modul
			Mahasiswa	Teknik Tes	Tes <i>inquiry skills</i> , dan keterampilan berpikir kreatif
				Teknik Non Tes	Skala Sikap <i>Self-directed Learning</i>
2	Data peningkatan <i>inquiry skills</i> mahasiswa sebagai efek penerapan Model PjBL-LoI dalam perkuliahan fisika.	Data <i>Pretest</i> , Data <i>Posttest</i> dan Data <i>N-Gain inquiry skills</i> mahasiswa	Mahasiswa	Teknik tes	Instrumen tes <i>inquiry skills</i>
3	Data peningkatan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa sebagai efek penerapan Model PjBL-LoI dalam perkuliahan fisika.	Data <i>Pretest</i> , Data <i>Posttest</i> dan Data <i>N-Gain</i> keterampilan berpikir kreatif mahasiswa	Mahasiswa	Teknik tes	Instrumen tes keterampilan berpikir kreatif
4	Data pengaruh dari penerapan Model PjBL-LoI terhadap <i>inquiry skills</i> dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa	Data <i>N-Gain inquiry skills</i> dan data <i>N-Gain</i> keterampilan berpikir kreatif	Mahasiswa	Teknik tes	Instrumen tes <i>inquiry skills</i> Instrumen tes keterampilan berpikir kreatif
5	Data korelasi keterampilan berpikir kreatif dan <i>inquiry skills</i> mahasiswa sebagai efek penerapan Model PjBL-LoI dalam perkuliahan fisika.	Data <i>inquiry skills</i> dan data keterampilan berpikir kreatif	Mahasiswa	Teknik tes	Instrumen tes <i>inquiry skills</i> Instrumen tes keterampilan berpikir kreatif
6	Data <i>self-directed learning</i> mahasiswa setelah diterapkan Model PjBL-LoI dalam perkuliahan fisika.	Data <i>Posttest self-directed learning</i> mahasiswa.	Mahasiswa	Teknik non tes	Instrumen skala sikap <i>self-directed learning</i>
7	Data pengalaman belajar mahasiswa dengan Model PjBL-LoI dalam perkuliahan fisika.	Data pengalaman belajar dengan Model PjBL-LoI	Mahasiswa	Teknik non tes	Instrumen Skala Sikap tentang pengalaman belajar mahasiswa

No.	Jenis Data	Data	Sumber Data	Teknik Pengumpul Data	Instrumen
8	Data penguasaan konsep materi suhu dan pemuaian termal, rangkaian listrik DC dan induksi elektromagnetik.	Data hasil ujian akhir semester mahasiswa	Mahasiswa	Teknik tes	Soal Ujian Akhir Semester terkait penguasaan konsep

3.5.2 Teknik Analisis Data

1. Teknik Analisis Data untuk Mengetahui Karakteristik Model PjBL-LoI yang Dikembangkan untuk Meningkatkan *Inquiry Skills*, Keterampilan Berpikir Kreatif, dan *Self-directed Learning* Mahasiswa

Analisis data karakteristik Model PjBL-LoI dilakukan baik secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian ke-1. Analisis kualitatif dilakukan dengan mendeskripsikan; 1) *framework* dan tujuan Model PjBL-LoI yang dihasilkan, 2) teori belajar yang mendukung Model PjBL-LoI, 3) struktur atau sintak Model PjBL-LoI yang dihasilkan, 4) sistem sosial dalam Model PjBL-LoI, 5) prinsip reaksi dalam pembelajaran dengan Model PjBL-LoI, 6) pendekatan/metode penunjang orientasi Model PjBL-LoI, 7) dampak instruksional dan dampak pendukung dari Model PjBL-LoI, dan 8) bahan pendukung Model PjBL-LoI. Hasil analisis deskriptif kualitatif diperkuat dengan hasil analisis kuantitatif dengan mendeskripsikan data hasil validasi kelayakan perangkat pembelajaran Model PjBL-LoI dan instrumen pendukung yaitu instrumen tes *inquiry skills*, instrumen keterampilan berpikir kreatif dan instrumen skala sikap *self-directed learning* yang dianalisis dengan Persamaan *Modified-Kappa (k*)* serta hasil analisis uji coba instrumen penelitian.

2. Teknik Analisis Data untuk Mengetahui Peningkatan *Inquiry Skills* dan Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa

Analisis data peningkatan *inquiry skills* dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa dilakukan untuk menjawab rumusan masalah atau pertanyaan penelitian ke-2 dan ke-3. Analisis ini dilakukan dengan beberapa tahap, pertama mendeskripsikan data dengan statistik deskriptif, kedua menganalisis peningkatan data setiap indikator variabel atau materi, ketiga menganalisis perubahan level

kemampuan mahasiswa, dan keempat menganalisis signifikansi perbedaan data sebelum dan setelah diterapkan intervensi.

Analisis pertama dilakukan dengan mendeskripsikan data mentah dengan statistik deskriptif baik secara grafis maupun numerik (Shayib, 2018), baik dikelas eksperimen maupun di kelas kontrol. Deskripsi data mencakup nilai rerata, nilai maksimum, nilai minimum, standar deviasi, variansi data, rata-rata *N-Gain* dan kategori peningkatan. Data peningkatan *inquiry skills* dan keterampilan berpikir kreatif dianalisis dengan Persamaan rata-rata *N-Gain* (Wright, 2020; Nissen dkk., 2018; Hake, 2002). Persamaan rata-rata *N-Gain* ditampilkan pada Persamaan 3.2 dan kriterianya ditampilkan pada Tabel 3.10.

$$< g > = \frac{< Skor_{posttest} > - < Skor_{pretest} >}{Skor \text{ Maksimum Ideal} - < Skor_{pretest} >} \quad \dots (3.2)$$

Tabel 3.10 Kriteria Rata-rata *N-Gain*

Nilai Rata-rata <i>N-Gain</i>	Kriteria
$0,70 \leq <g> \leq 1,00$	Tinggi
$0,30 \leq <g> < 0,70$	Sedang
$0,00 \leq <g> < 0,30$	Rendah

Analisis kedua dilakukan dengan menggunakan data rata-rata *pretest* dan *posttest* untuk menghitung rata-rata *N-Gain* menggunakan Persamaan 3.2 berdasarkan tiap indikator *inquiry skills* dan keterampilan berpikir kreatif serta berdasarkan materi pada tes keterampilan berpikir kreatif. Data rata-rata *N-Gain* ditampilkan dalam bentuk grafik untuk membandingkan data peningkatan di kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Analisis ketiga dilakukan untuk mengetahui perubahan level *inquiry skills* dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa sebelum dan setelah diterapkan intervensi baik di kelas eksperimen maupun di kelas kontrol. Skor data mentah *pretest* dan *posttest* ditransformasikan ke dalam bentuk *logits* dengan menggunakan analisis Rasch Model (Boone & Staver, 2020), dan menghasilkan nilai *Logits Value of Person* (LVP). Analisis perubahan level kemampuan dilanjutkan melalui metode *Stacking* Rasch Model (B. D. Wright, 2003) dengan

Partial Credit Model (PCM) (Sumintono & Widhiarso, 2014). Data *pretest* dan *posttest* ditumpuk secara vertikal sehingga data individu (*person*) muncul dua kali sedangkan data item tes muncul satu kali dalam visualisasi *Wright Map* (Laliyo dkk., 2022). Kemudian, berdasarkan nilai rata-rata LVP (*M*) dan nilai standar deviasi LVP (*SD*), level *inquiry skills* dan keterampilan berpikir kreatif dikelompokkan sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Level *Inquiry Skills* dan Keterampilan Berpikir Kreatif berdasarkan Analisis Rasch Model

Rentang LVP	Kriteria Level
$(LVP \geq M+SD)$	Sangat Tinggi
$(M \leq LVP < M+SD)$	Tinggi
$(M-SD \leq LVP < M)$	Rendah
$(LVP < M-SD)$	Sangat Rendah

Dari data level kemampuan ini, selanjutnya dihitung persentase perubahan level baik di kelas eksperimen maupun di kelas kontrol dan divisualisasikan dalam bentuk diagram perubahan level kemampuan. Teknik analisis ini memudahkan untuk menganalisis perubahan level *inquiry skills* dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa sebelum dan setelah dilakukan intervensi perkuliahan.

3. Teknik Analisis Data untuk Mengetahui Pengaruh Model PjBL-LoI terhadap Peningkatan *Inquiry Skills* dan Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa

Analisis statistik inferensial dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian ke-4 yang berkaitan dengan pengaruh Model PjBL-LoI terhadap peningkatan *inquiry skills* dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Pengaruh Model PjBL-LoI dapat dilihat dari signifikansi uji beda rata-rata peningkatan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sebelum dilakukan uji beda rata-rata, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat analisis yang meliputi normalitas data dengan uji Shapiro-Wilk (<50 sampel) (Mishra dkk., 2019) dan homogenitas data dengan uji Levene (Cohen dkk., 2018). Adapun prosedur pengujian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh Model PjBL-LoI terhadap peningkatan *inquiry skills* dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa dilakukan melalui tahapan berikut.

a. Uji Beda Rata-rata Dua Sampel Independen

Uji beda rata-rata dua sampel independen (*between subject*) digunakan untuk menganalisis signifikansi perbedaan peningkatan *inquiry skills* dan keterampilan berpikir kreatif pada kelas eksperimen (diterapkan Model PjBL-LoI) dan kelas kontrol (diterapkan Model *Levels of Inquiry*). Statistik uji yang digunakan bergantung pada parameter sampel dari uji prasyarat analisis (normalitas dan homogenitas data). Jika data dua sampel independen (eksperimen dan kontrol) terdistribusi normal dan bersifat homogen maka digunakan statistik parametrik melalui uji *Independent Samples T-Test*, namun jika data tidak terdistribusi normal dan tidak bersifat homogen maka digunakan statistik non parametrik melalui uji *Mann-Whitney U-Test* (Finch & French, 2019; King dkk., 2018). Adapun tahapan pengujian dilakukan sebagai berikut.

- 1) Merumuskan hipotesis penelitian dan hipotesis statistik pengujian dengan tipe uji hipotesis satu arah:

Tabel 3.12 Hipotesis Penelitian dan Statistik dalam Analisis Data

Hipotesis Penelitian	Hipotesis Statistik
H ₀ : Peningkatan keterampilan kelas eksperimen kurang dari atau sama dengan kelas kontrol.	H ₀ : $\mu_1 \leq \mu_2$
H ₁ : Peningkatan keterampilan kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol.	H ₁ : $\mu_1 > \mu_2$

- 2) Menetapkan taraf signifikansi pengujian sebesar $\alpha=5\%$, dan menganalisis probabilitas signifikansi pengujian dengan uji statistik yang digunakan.
- 3) Membandingkan signifikansi pengujian dengan taraf signifikansi yang digunakan ($\alpha=5\%$) serta memutuskan hasil pengujian hipotesis statistik:

Tabel 3.13 Kriteria Keputusan Pengujian Hipotesis Statistik

Hasil Pengujian Hipotesis Statistik	Keputusan Uji
Jika Signifikansi pengujian (<i>p-value</i>) $> 5\%$ (0,05) maka H ₀ diterima dan H ₁ ditolak.	$\mu_1 \leq \mu_2$
Jika Signifikansi pengujian (<i>p-value</i>) $\leq 5\%$ (0,05) maka H ₀ ditolak dan H ₁ diterima.	$\mu_1 > \mu_2$

- 4) Menyimpulkan hasil pengujian berdasarkan penerimaan atau penolakan hipotesis penelitian.

b. Menghitung Besarnya Pengaruh (*Effect Size*)

Setelah dilakukan analisis perbedaan rerata peningkatan kedua kelas, selanjutnya dilakukan analisis *effect size*. Analisis *effect size* dilakukan untuk mengetahui besarnya ukuran pengaruh Model PjBL-LoI terhadap *inquiry skills* dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Jika statistik yang digunakan adalah statistik parametrik (uji-t) maka nilai *effect size* dapat dicari melalui Persamaan Cohen's *d* (Cohen dkk., 2018; Schäfer & Schwarz, 2019) seperti pada Persamaan 3.3.

$$d = \frac{\bar{X}_E - \bar{X}_C}{\sqrt{\frac{(N_E - 1)SD_E^2 + (N_C - 1)SD_C^2}{N_E + N_C - 2}}} \quad \dots (3.3)$$

Keterangan:

d = nilai Cohen's *d* atau ukuran pengaruh
 $\bar{X}_E$ = Nilai rerata kelas eksperimen
 $\bar{X}_C$ = Nilai rerata kelas eksperimen
 N_E = Jumlah responden kelas eksperimen
 N_C = Jumlah responden kelas kontrol
 SD_E^2 = Varians data kelas eksperimen
 SD_C^2 = Varians data kelas kontrol

Jika statistik uji beda rata-rata yang digunakan adalah statistik non-parametrik (Mann Whitney-U), maka nilai *effect size* dapat dicari melalui persamaan *Glass Rank Point Biserial Correlation* (r_g) (King dkk., 2018), sebagaimana ditampilkan pada Persamaan 3.4.

$$r_g = \frac{2(\bar{R}_X - \bar{R}_Y)}{n_X + n_Y} \quad \dots (3.4)$$

Keterangan:

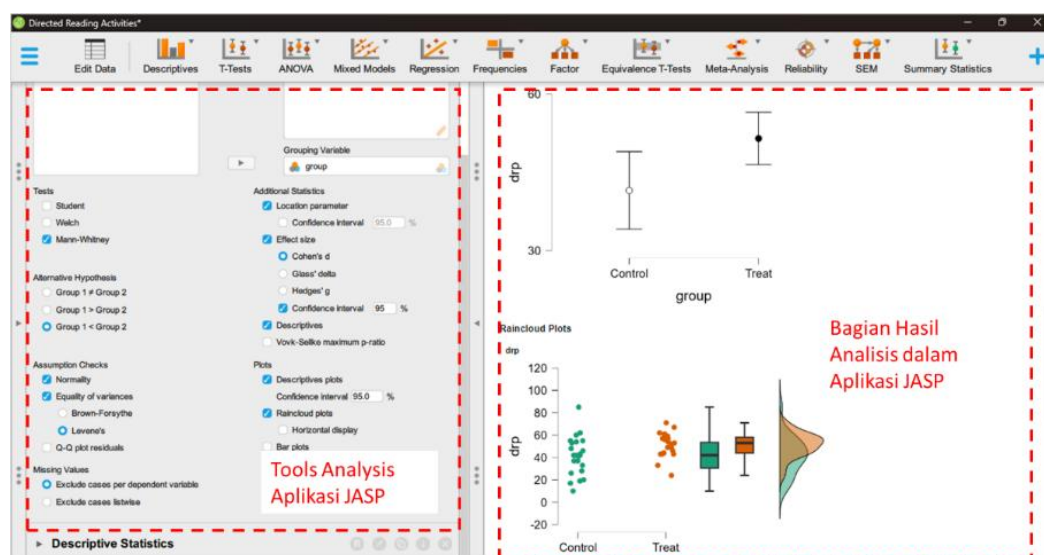
r_g = nilai korelasi atau ukuran pengaruh
 $\bar{R}_X$ = Rata-rata rangking untuk kelompok X (Eksperimen)
 $\bar{R}_Y$ = Rata-rata rangking untuk kelompok Y (Kontrol)
 n_X = Jumlah data kelompok X (Eksperimen)
 n_Y = Jumlah data kelompok Y (Kontrol)

Selanjutnya, nilai ukuran pengaruh atau *Effect Size* ($EZ/d/r_g$) diinterpretasikan (Cohen dkk., 2018; Goss-Sampson, 2024; Kraft, 2020), sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14 Interval Nilai *Effect Size*

Nilai <i>Effect Size</i>	Kriteria Pengaruh
$EZ < 0,10$	Sangat Lemah
$0,10 \leq EZ < 0,30$	Lemah
$0,30 \leq EZ < 0,50$	Sedang
$EZ \geq 0,50$	Kuat

Analisis uji prasyarat analisis (normalitas dan homogenitas), uji beda rerata dan analisis *effect size* Model PjBL-LoI dilakukan menggunakan *Software JASP*® Versi 0.19.3 (JASP Team, 2025) sebagaimana tampilan pada Gambar 3.9.

Gambar 3.9 Tampilan *Software JASP*® Versi 0.19.3

JASP (Jeffrey's Amazing Statistics Program) adalah program *open source* yang dikembangkan oleh Universitas Amsterdam. Program ini dirancang untuk memudahkan pengguna dalam melakukan analisis statistik dengan antarmuka yang *friendly* (sederhana dan intuitif) dan *flexible* dengan pilihan teknik klasik atau *Bayesian* (Goss-Sampson, 2024). Gambar 3.8 menunjukkan tampilan *software JASP* yang terdiri dari bagian *tools analysis* dan bagian tampilan hasil analisis. Bagian *tools analysis* digunakan untuk memilih jenis tes, hipotesis statistik dan beberapa parameter statistik yang digunakan dalam analisis.

4. Teknik Analisis Data untuk Mengetahui *Self-directed Learning* Mahasiswa setelah Diterapkan Model PjBL-LoI

Analisis data deskriptif dilakukan pada data skala sikap *self-directed learning* mahasiswa untuk menjawab pertanyaan penelitian ke-5, yaitu untuk mendeskripsikan capaian *self-directed learning* mahasiswa setelah mahasiswa melaksanakan perkuliahan fisika dengan Model PjBL-LoI. Persentase mahasiswa yang memberi tanggapan setiap skala sikap dihitung dengan Persamaan 3.5.

$$\% \text{ Mahasiswa} = \frac{\sum \text{mahasiswa menjawab skala sikap } 1 - 4}{\sum \text{Total Mahasiswa}} \quad \dots (3.5)$$

Persentase mahasiswa memberi tanggapan setiap skala juga dihitung pada setiap dimensi *self-directed learning*, kemudian dikategorikan seperti Tabel 3.15.

Tabel 3.15 Persentase dan Kategori Setiap Skala Sikap *Self-directed Learning*

Persentase Mahasiswa/PM (%)	Kategori
$0 \leq \text{PM} < 25$	Sebagian kecil mahasiswa
$25 \leq \text{PM} < 50$	Hampir setengah mahasiswa
$50 \leq \text{PM} < 75$	Sebagian besar mahasiswa
$75 \leq \text{PM} < 100$	Hampir semua mahasiswa

Selain itu, persentase persetujuan skala sikap 4 (sangat sesuai kondisi responden) dan 3 (sesuai dengan kondisi responden) seluruh pernyataan dan tiap dimensi *self-directed learning* dihitung dan dikategorikan dengan pendekatan distribusi normal menjadi tinggi, sedang dan rendah, divisualisasikan menggunakan grafik, dan diinterpretasikan sebagaimana diadaptasi dari Williamson (2007), seperti ditampilkan dalam Tabel 3.16.

Tabel 3.16 Persentase, Kategori dan Interpretasi Data *Self-directed Learning*

Persentase	Kategori	Interpretasi
$81,8 \leq \% \leq 100$	Tinggi	Mahasiswa telah menunjukkan <i>self-directed learning</i> yang efektif. Kemajuan belajar perlu dipertahankan dengan mengidentifikasi kekuatan dan kelebihan cara belajar. Diperlukan strategi untuk memperkuat dan memantapkan pembelajaran secara efektif.
$13,6 \leq \% < 81,8$	Sedang	Mahasiswa telah mulai menjadi pembelajar mandiri. Bagian atau kategori belajar yang rendah masih perlu diidentifikasi dan dievaluasi

Persentase	Kategori	Interpretasi
		sehingga dapat ditingkatkan. Strategi pembelajaran perlu pengarahan.
$0,0 \leq \% < 13,6$	Rendah	Mahasiswa masih perlu bimbingan dari dosen. Cara belajar perlu diidentifikasi secara spesifik untuk perbaikan cara belajar yang lebih efektif. Diperlukan identifikasi untuk melakukan restrukturisasi strategi pembelajaran.

5. Teknik Analisis Data untuk Mengetahui Hubungan antara Keterampilan Berpikir Kreatif dengan *Inquiry Skills* Mahasiswa Setelah diterapkan Model PjBL-LoI

Analisis korelasi dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian ke-6, yaitu untuk mengetahui hubungan antara keterampilan berpikir kreatif dengan *inquiry skills* mahasiswa setelah diterapkan Model PjBL-LoI. Data keterampilan berpikir kreatif dengan *inquiry skills* mahasiswa merupakan data rasio namun kedua data tidak memenuhi syarat uji normalitas data (Lampiran 23), serta jumlah subjek/responden yang relatif kecil (<50) sehingga menggunakan Persamaan Koefisien Korelasi *Spearman's Rank-order* (King dkk., 2018), seperti pada Persamaan 3.6.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{n(n^2 - 1)} \quad \dots (3.6)$$

Keterangan:

r_s = Koefisien korelasi *Spearman's Rank-order*
 D^2 = Perbedaan antar pasangan data rangking
 n = Jumlah pasangan data rangking

Selanjutnya, data koefisien korelasi diinterpretasikan sesuai dengan kriteria koefisien korelasi *Spearman's Rank-order* (Ozkur & Duman, 2019; War & Barlis, 2023), seperti pada Tabel 3.17.

Tabel 3.17 Interpretasi Nilai Korelasi

Korelasi (r_s) Positif	Korelasi (r_s) Negatif	Kategori Hubungan
$0,8 \leq r_s \leq 1,0$	$-0,8 \leq r_s \leq -1,0$	Sangat kuat
$0,6 \leq r_s < 0,8$	$-0,6 \leq r_s < -0,8$	Kuat
$0,4 \leq r_s < 0,6$	$-0,4 \leq r_s < -0,6$	Sedang
$0,2 \leq r_s < 0,4$	$-0,2 \leq r_s < -0,4$	Lemah
$0,0 \leq r_s < 0,2$	$-0,0 \leq r_s < -0,2$	Sangat Lemah

Tabel 3.17 menunjukkan adanya korelasi positif dan korelasi negatif dalam menginterpretasikan nilai korelasi. Nilai korelasi positif menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif antara dua variabel. Artinya, ketika nilai salah satu variabel meningkat, maka nilai variabel lainnya juga cenderung meningkat. Sedangkan nilai korelasi negatif menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif antara dua variabel. Artinya, ketika nilai salah satu variabel meningkat, maka nilai variabel lainnya cenderung menurun. Nilai korelasi juga dilihat dari nilai *p-value*, jika nilai *p-value* < 0.05 maka hubungan kedua variabel signifikan.

Nilai koefisien korelasi juga data diinterpretasikan berdasarkan nilai media kedua variabel yang saling berhubungan. Korelasi positif sempurna ($r=1.00$) menunjukkan bahwa seluruh nilai-nilai yang berada di atas median data variabel pertama (kategori tinggi) juga berada di atas median data variabel kedua pula. Tidak adanya korelasi ($r=0.00$) berarti dari seluruh nilai-nilai yang berada di atas median data variabel pertama (kategori tinggi), hanya separuh (50%) nilai-nilai tersebut berada di atas median variabel kedua dan separuh (50%) lainnya berada di bawah median variabel kedua.

6. Teknik Analisis Data Pendukung untuk Mengetahui Pengalaman Belajar dengan Model PjBL-LoI dalam Perkuliahan Fisika dan Penguasaan Konsep Fisika.

Data pengalaman belajar mahasiswa merupakan data pendukung untuk memperkuat hasil penelitian terkait tanggapan mahasiswa mengenai penerapan Model PjBL-LoI. Analisis deskriptif dilakukan untuk mengolah data skala sikap tentang pengalaman belajar mahasiswa melalui Model PjBL-LoI dalam perkuliahan fisika. Data pengalaman belajar dikumpulkan dari skala sikap dengan kategori dan skor; sangat setuju (SS)=skor 4, setuju (S)=skor 3, tidak setuju (TS)=skor 2, dan sangat tidak setuju (STS)=skor 1. Skala Sikap terdiri dari 17 pernyataan. Persentase mahasiswa yang memberi tanggapan setiap skala sikap dihitung dengan Persamaan 3.7 dan diinterpretasikan sesuai Tabel 3.18.

$$\% \text{ Mahasiswa} = \frac{\sum \text{mahasiswa menjawab skala sikap } 1 - 4}{\sum \text{Total Mahasiswa}} \quad \dots (3.7)$$

Tabel 3.18 Persentase dan Kategori Setiap Skala Sikap tentang Pengalaman Belajar Mahasiswa dengan Model PjBL-LoI

Persentase Mahasiswa/PM (%)	Kategori
$0 \leq PM < 25$	Sebagian kecil mahasiswa
$25 \leq PM < 50$	Hampir setengah mahasiswa
$50 \leq PM < 75$	Sebagian besar mahasiswa
$75 \leq PM < 100$	Hampir semua mahasiswa

Untuk data penguasaan konsep yang diperoleh dari nilai ujian akhir semester mata kuliah fisika dasar dianalisis dengan statistik deskriptif dan nilai dikategorikan sebagai berikut.

Tabel 3.19 Nilai dan Kategori Penguasaan Konsep Fisika

Rentang Nilai (X)	Kategori
$80 \leq X \leq 100$	Sangat Baik
$70 \leq X < 80$	Baik
$60 \leq X < 70$	Cukup
$50 \leq X < 60$	Kurang
$0 \leq X < 50$	Gagal

Dalam penelitian ini data pendukung berupa skala sikap tentang pengalaman belajar mahasiswa dengan Model PjBL-LoI dideskripsikan untuk mendukung temuan terkait peningkatan *inquiry skills* dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Sedangkan data penguasaan konsep fisika digunakan untuk memperkuat temuan dalam langkah *building knowledges, understanding and skills* dalam Model PjBL-LoI yang dilaksanakan melalui aktivitas *levels of inquiry*.