

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi data statistik dari berbagai studi primer yang mengangkat pertanyaan penelitian serupa mengenai pengaruh model *Project-Based Learning* berbantuan teknologi terhadap Kemampuan Matematis peserta didik sehingga untuk mencapai tujuan penelitian maka digunakan meta-analisis. Menurut Levy (Moningka dkk., 2021) Meta-analisis adalah metodologi yang digunakan untuk melakukan tinjauan literatur secara kuantitatif. Menurut Landy & Conte, metode statistik ini menggabungkan dan menganalisis hasil dari berbagai penelitian untuk menarik kesimpulan umum mengenai hubungan antara variabel (Moningka dkk., 2021). Biasanya, hasil dari berbagai studi penelitian digabungkan dan diringkas. Ringkasan tersebut berupa ringkasan matematis yang mencakup hasil dari beberapa sampel atau studi mengenai fenomena yang sama (Spector, 2012). Oleh karena itu, metode ini memungkinkan untuk mengidentifikasi pola, mengukur efek secara keseluruhan, dan menarik kesimpulan yang lebih komprehensif tentang keterkaitan antar-variabel.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Mendefinisikan populasi dan sampel dalam penelitian merupakan langkah yang sangat penting dalam pendekatan kuantitatif. Populasi merupakan area generalisasi yang disusun oleh objek/subjek dengan mutu dan spesifikasi tertentu yang ditetapkan peneliti kemudian diuji dan diambil kesimpulannya (Sugiyono, 2016). Sampel adalah subset dari elemen-elemen dalam populasi yang akan diteliti. Konsep dasar dari pengambilan sampel adalah bahwa dengan memilih sebagian elemen dari populasi, diharapkan dapat diambil kesimpulan mengenai keseluruhan populasi. (D. R. Cooper & Pamela S. Schindler, 2001). Populasi yang didefinisikan dengan jelas memastikan bahwa penelitian memiliki fokus yang tepat dan relevan, sementara pemilihan sampel yang representatif dari populasi tersebut memungkinkan pengumpulan data yang kredibel dan dapat diandalkan. Populasi dalam penelitian ini mencakup pada kumpulan artikel atau studi-studi

yang berasal dari prosiding dan jurnal, baik yang berskala nasional maupun internasional, yang membahas penerapan model *Project-Based Learning* berbantuan teknologi terhadap kemampuan matematis peserta didik. Artikel-artikel tersebut diidentifikasi melalui penelusuran kata kunci yang dirancang untuk sejalan dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian. Proses penelusuran ini melibatkan penggunaan berbagai *database* akademik online yang menyediakan akses ke prosiding dan jurnal terkemuka. Kata kunci yang digunakan mencakup istilah-istilah utama yang berkaitan dengan PBL, teknologi dalam pendidikan, dan kemampuan matematis. Penelusuran ini bertujuan untuk menjangkau sebanyak mungkin artikel yang relevan, yang kemudian membentuk populasi awal penelitian. Proses penyaringan ini biasanya difasilitasi oleh fitur-fitur yang tersedia dalam database online, seperti filter berdasarkan tahun publikasi, jenis artikel, dan kata kunci tambahan. Dengan demikian, sampel penelitian yang terdiri dari artikel-artikel paling sesuai dengan penetapan kriteria yang telah peneliti tentukan.

Kriteria yang digunakan untuk menilai kelayakan studi dalam penelitian meta-analisis ini disebut sebagai kriteria inklusi. Kriteria inklusi merujuk pada karakteristik umum dari subjek penelitian dalam populasi target yang relevan dan dapat diteliti (Nursalam, 2003). Kriteria inklusi yang ditetapkan oleh peneliti dirancang secara spesifik untuk memperjelas fokus penelitian ini. Kriteria inklusi tersebut meliputi:

1. Studi meneliti pengaruh model *Project-Based Learning* berbantuan teknologi terhadap Kemampuan Matematis peserta didik yang diterbitkan antara tahun 2014 sampai 2024. Kriteria ini ditetapkan untuk memastikan bahwa studi primer yang dianalisis adalah yang terbaru dan relevan, dengan memilih rentang waktu sekitar 10 tahun untuk menjaga kemutakhiran data dalam meta-analisis ini.
2. Studi dilakukan oleh peneliti umum atau peserta didik untuk memastikan kredibilitas hasil yang diperoleh dari setiap studi primer, dengan cara memahami latar belakang pendidikan penulis. Pengetahuan tentang latar belakang pendidikan penulis membantu dalam menilai keahlian dan

kompetensi peneliti, sehingga memperkuat validitas dan keandalan temuan yang disajikan dalam meta-analisis.

3. Studi menggunakan penelitian kuantitatif dengan desain kuasi eksperimen yang digunakan kelas eksperimen dan kelas kontrol (2 kelas)
4. Studi telah dipublikasi dalam skala nasional terindeks *google scholar* atau *sinta* dan *scopus* atau internasional. Penentuan kriteria ini didasarkan pada kebutuhan untuk menjamin mutu dari hasil analisis gabungan dari efek-efek yang ditemukan dalam studi primer-studi primer. Mutu dari studi primer memiliki dampak langsung terhadap kualitas informasi yang diperoleh, sehingga dengan menetapkan kriteria yang ketat, dapat dipastikan bahwa hanya studi dengan standar tinggi yang terdapat dalam meta-analisis, yang akhirnya meningkatkan validitas serta reliabilitas hasil dapat diperoleh.
5. Studi yang menyertakan data statistik mengenai ukuran efek. Kriteria ini bertujuan untuk memastikan adanya data yang cukup untuk analisis lebih lanjut terhadap ukuran efek dari studi primer-studi primer.
6. Jenjang penelitian yang dipilih adalah dari Sekolah Dasar hingga Sekolah Menengah

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Peneliti menggunakan beberapa database antara lain *Scopus*, *Directory of Open Access Journal (DOAJ)*, *Education Resources Information Center (ERIC)*, *Google Scholar*, *Semantic Scholar* dan untuk mengidentifikasi penelitian utama yang memenuhi kriteria inklusi yang telah ditentukan. Kata kunci (*key word*) yang peneliti gunakan dalam pencarian studi primer adalah “*Project-Based Learning*”, “*model Project-Based Learning*”, “*Kemampuan Matematis*”. Kemudian dilakukan penentuan karakteristik untuk pengkodean studi yang melibatkan tiga kategori utama. Menurut *Lipsey & Wilson (2001)* kategori-kategori tersebut mencakup: (1) masalah substantif, yang meliputi ukuran sampel dan jenjang pendidikan; (2) metode dan prosedur, termasuk teknik pengambilan sampel; dan (3) deskriptor sumber, seperti tahun publikasi dan tipe publikasi. Dalam penelitian ini, klasifikasi karakteristik yang digunakan terdiri dari dua kategori utama. Pertama, dalam kategori masalah substantif, karakteristik yang diperhatikan

adalah ukuran sampel dari kelas eksperimen, yang dibagi menjadi dua kelompok: ukuran sampel 30 peserta didik atau kurang, dan ukuran sampel 30 peserta didik atau lebih. Selain itu, tingkat pendidikan juga dikategorikan mulai dari sekolah dasar hingga sekolah menengah atas. Kedua, dalam kategori deskriptor sumber, penelitian ini mengklasifikasikan studi berdasarkan tahun penerbitan, dengan fokus pada periode 2014-2024, serta tipe publikasi, yang mencakup prosiding dan jurnal. Dengan menggunakan klasifikasi ini, penelitian dapat mengevaluasi dan membandingkan studi berdasarkan karakteristik yang relevan, memastikan analisis yang lebih mendalam dan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor yang memengaruhi hasil penelitian.

Karakteristik penelitian yang dijaring melalui formulir penyaringan dilaporkan dalam bentuk kode. Data statistik dari kelompok eksperimen dan juga kelompok kontrol akan digunakan untuk menghitung *Effect size*. Beberapa data diperoleh dari penelitian utama yaitu mean, simpangan baku, ukuran sampel, *t-value*, dan *p-value* untuk kelas eksperimen dan kontrol.

Proses selanjutnya adalah ekstraksi data, yang akan dilakukan oleh sejumlah pembuat kode dan peneliti terlatih. Pembuat kode dipilih berdasarkan pengalaman dan keterampilan mereka dalam penelitian meta-analitik untuk memastikan akurasi dan konsistensi data yang diekstraksi. Proses ekstraksi data ini meliputi beberapa tahapan penting, termasuk pencatatan informasi tentang nama peneliti, jumlah sampel yang digunakan dalam studi, tingkat pendidikan partisipan, metode pengambilan sampel yang digunakan, tahun publikasi serta sumber publikasi. Selain itu, pembuat kode juga akan mencatat nilai mean dan simpangan baku dari respon bebas di kelas eksperimen dan kelas kontrol, serta statistik penting lainnya seperti nilai-t dan nilai-p. Berikut terdapat beberapa istilah serta penjelasannya terkait statistik yang digunakan dalam proses ekstraksi dari data yang diperoleh antara lain (Coladarci & Cobb, 2014):

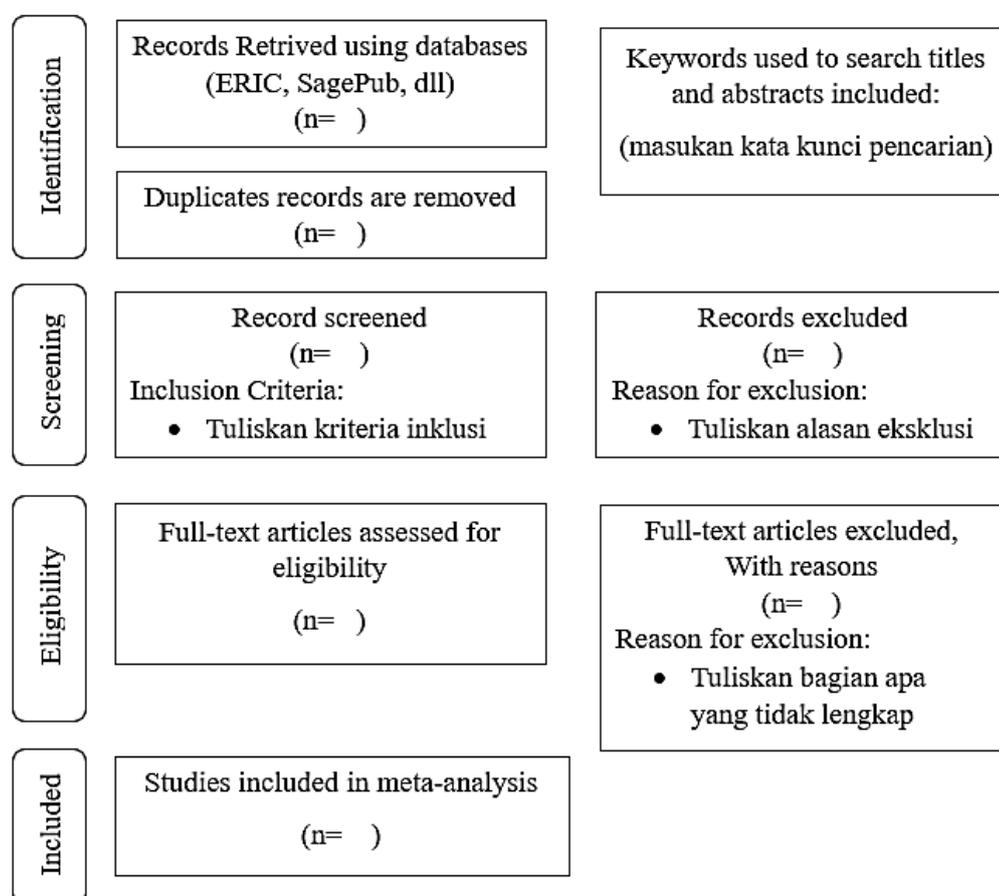
1. Nilai rata-rata atau mean diartikan sebagai jumlah total semua skor dibagi dengan jumlah skor tersebut. Ini mewakili posisi atau besaran yang tepat dari setiap skor dalam distribusi. Prinsip penting yang mendasari konsep ini adalah bahwa jumlah penyimpangan individu dari mean selalu sama dengan nol. Dengan kata lain, jika kita mengurangi

mean dari setiap skor dalam distribusi, kemudian menjumlahkan semua hasil pengurangan tersebut, hasil akhirnya akan selalu nol.

2. Simpangan baku atau deviasi standar, ukuran statistik yang menunjukkan sejauh mana variasi dalam suatu distribusi, atau dengan kata lain, menggambarkan bagaimana tersebarnya nilai-nilai dalam suatu kumpulan data dibandingkan dengan nilai rata-ratanya. Ini menunjukkan sejauh mana nilai-nilai data menyebar atau berbeda dari rata-rata. Jika variabilitas besar, nilai-nilai data tersebar luas di sekitar rata-rata. Jika variabilitas kecil, nilai-nilai data lebih dekat ke rata-rata, menunjukkan lebih sedikit perbedaan di antara nilai-nilai tersebut.
3. *t-value*, Mengukur perbedaan relatif terhadap variasi data sampel melibatkan penilaian perbedaan yang dihitung dalam satuan kesalahan standar. Dalam konteks ini, *t-value* adalah ukuran statistik yang digunakan untuk menentukan seberapa besar perbedaan antara rata-rata kelompok dibandingkan dengan variasi dalam data yang ada. Ini berarti perbedaan tersebut lebih mungkin nyata dan bukan karena kebetulan.
4. *p-value*, Menunjukkan probabilitas bahwa ukuran statistik tertentu dari distribusi probabilitas yang diasumsikan akan memiliki nilai lebih besar atau sama dengan hasil observasi. Dengan kata lain, *p-value* membantu kita memahami kemungkinan bahwa perbedaan atau efek yang diamati terjadi hanya karena kebetulan. Selain itu, *p-value* memberikan informasi penting tentang kekuatan bukti terhadap hipotesis nol. Semakin kecil *p-value*, semakin terbukti bahwa hipotesis nol mungkin tidak benar, memperlihatkan bahwa ada efek yang signifikan dalam data yang tidak dapat dijelaskan oleh variasi acak saja. Sebaliknya, *p-value* yang lebih besar menunjukkan bahwa hasil yang diamati mungkin saja terjadi secara acak, mendukung hipotesis nol bahwa tidak ada perbedaan atau efek nyata.

Lembar coding dan lembar persetujuan untuk studi yang telah dikumpulkan akan diberikan kepada setiap pengoding. Pengoding-pengoding ini kemudian akan melakukan uji reliabilitas antar pengoding dengan menggunakan sistem konsensus. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa interpretasi dan

ekstraksi data dilakukan secara konsisten dan akurat oleh semua pengoding yang terlibat. Melalui uji reliabilitas ini kita dapat memastikan bahwa penelitian utama yang dipilih benar-benar valid dan reliabel, berdasarkan data yang telah digali. Penelitian dikumpulkan melalui beberapa langkah dan dipelajari dalam penelitian pendahuluan berupa tinjauan literatur sistematis oleh (Dewi & Juandi, 2023). Untuk menyeleksi atau memilih studi primer, peneliti berpedoman pada kriteria inklusi yang telah ditentukan. Selain itu, peneliti menerapkan protokol PRISMA yang meliputi empat tahapan, yaitu: (1) *Identification*; (2) *Screening*; (3) *Eligibility*; dan (4) *Included* (Liberati dkk., 2009). Diagram alur yang menggambarkan detail proses pemilihan studi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1 (Juandi & Tamur, 2020).



Gambar 3.1 Diagram Alur Penerapan PRISMA dalam Seleksi Studi

3.4 Instrumen Penelitian

Lembar data pengkodean digunakan sebagai alat penelitian dalam penelitian ini. Pengodean ini bertujuan sebagai catatan studi selama proses pencarian

berdasarkan dari kategori penelitian yang telah ditetapkan untuk subjek penelitian. Selanjutnya *screening form* (*form* penyaringan) digunakan untuk menulis informasi penting dari sintesis penelitian serta memastikan jumlah studi yang akan dimasukkan dalam laporan akhir. Lembar protokol skema pengkodean divalidasi oleh tiga orang ahli meta-analisis untuk mendapatkan skema akhir.

Hasil evaluasi verifikasi dihitung dengan mempertimbangkan mode evaluasi protokol metode pengkodean. Selanjutnya dilakukan pengkodean terhadap studi primer yang telah diidentifikasi dengan menggunakan teknik pengumpulan data. Tahap ini merupakan langkah krusial dalam memastikan bahwa data yang dikumpulkan dan dianalisis sesuai dengan metodologi yang telah dirancang. Setelah pengkodean dilakukan, tahap validasi dan evaluasi dilakukan untuk memastikan keakuratan dan konsistensi dari protokol pengkodean. Protokol *coding sheet*, atau lembar koding, diperiksa dan dinilai melalui *expert review* atau penilaian oleh ahli. Proses ini melibatkan evaluasi oleh para validator yang memiliki keahlian di bidang terkait untuk memastikan bahwa protokol koding yang digunakan efektif dan sesuai dengan standar penelitian. Setelah pengkodean dilakukan, tahap validasi dan evaluasi dilakukan untuk memastikan keakuratan dan konsistensi dari protokol pengkodean. Protokol *coding sheet*, atau lembar koding, diperiksa dan dinilai melalui *expert review* atau penilaian oleh ahli. Proses ini melibatkan evaluasi oleh para validator yang memiliki keahlian di bidang terkait untuk memastikan bahwa protokol koding yang digunakan efektif dan sesuai dengan standar penelitian. Untuk referensi lebih lanjut, lembar validasi protokol skema koding dapat ditemukan pada Lampiran 1.

Tahap validasi dalam penelitian ini melibatkan tiga ahli dalam bidang meta-analisis yaitu Suparman, M.Pd. sebagai validator 1, Chelsi Ariari, M.Pd. sebagai validator 2 dan Rhona Febriany Sari, M.Pd. sebagai validator 3. Lembar validasi untuk skema koding dapat ditemukan di Lampiran 2. Skala yang digunakan berkisar dari 1 hingga 5, dengan jenis skala data ordinal. Hasil dari validasi dapat dilihat pada tabel 3.1, yang menunjukkan nilai modus dari aspek-aspek beserta interpretasinya.

Tabel 3.1 Hasil Validasi Instrumen Skema Koding

No.	Aspek	Item	Penilai			Modus (Mo)
			Validator 1	Validator 2	Validator 3	
1.	Bahasa	Setiap item protokol lembar koding dideskripsikan ditulis dengan kalimat yang efektif, jelas, dan mudah dipahami oleh pengkoding	4	5	5	4
		Setiap item protokol lembar koding dideskripsikan sesuai dengan kaidah penulisan Bahasa Indonesia	5	5	5	
2.	Isi/ Konten	Protokol lembar koding terdiri atas item dan deskripsi	5	5	5	4
		Setiap item dalam protokol lembar koding dideskripsikan masing-masing yang disertai dengan ilustrasi atau contoh	5	5	4	

Modus (Mo)	4
------------	---

Lembar protokol koding menunjukkan nilai modus 4, sebagaimana yang tercantum pada tabel 3.1 di atas. Ini menunjukkan bahwa lembar protokol koding dianggap baik atau layak digunakan dengan beberapa revisi. Validator 1 menilai dengan penilaian 5 pada kolom isi dan menilai 4 pada kolom bahasa dengan menyertakan catatan yaitu tentang penetapan kapasitas kelas. Validator 2 memberikan nilai 5 pada setiap aspek baik bahasa maupun konten dan validator 3 menilai kelayakan pada kolom bahasa dengan nilai 5 dan memberikan nilai 4 pada kolom konten dengan catatan yaitu melengkapi rincian nama pulau pada item “demografi peserta didik”.

3.5 Teknik Analisis Data

Menurut Wolf (1986) langkah yang penting dilakukan untuk memperkuat hasil meta-analisis salah satunya yaitu adalah melakukan pemeriksaan keandalan pengkodean antar-penilai (*inter-rater coding reliability*). Pengujian reliabilitas ini dilakukan terhadap data pengkodean yang diterima dari pemberi kode (*verifier*) untuk menjamin kekonsistenan sehingga menghasilkan ekstraksi data yang valid dan reliabel. Klaus Krippendorff digunakan dalam penelitian ini (H. Cooper dkk., 2019; Krippendorff, 2011) untuk uji reliabilitas sebagai berikut.

$$\alpha = 1 - \frac{D_O}{D_E} \quad \dots (3.1)$$

Keterangan:

D_O : Mewakili tingkat ketidaksepakatan yang diamati

D_E : Mewakili tingkat ketidaksepakatan yang diharapkan

Peneliti memilih Klaus Krippendorff dikarenakan metodenya dapat diterapkan pada semua jenis data. Selanjutnya, digunakan SPSS untuk mengklasifikasikan Krippendorff Alpha, dengan ketentuan klasifikasi yang mengacu pada sumber dari Cooper dkk. (2019) pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Klasifikasi Nilai Krippendorff's Alpha

Rentang Nilai	Interpretasi
$\alpha = 1$	Sempurna
$\alpha > 0.8$	Kuat
$0.6 \leq \alpha < 0.8$	Sedang

Rentang Nilai	Interpretasi
$\alpha < 0.6$	Lemah

Peneliti memilih *coder* atau pengoding adalah para ahli pada bidang meta-analisis atau sebelumnya pernah melakukan studi tersebut. Dalam penelitian ini, terdapat tiga orang pengoding yang terlibat dalam penggalian data penelitian. Dalam menganalisis tingkat persetujuan antar ketiga pengoding peneliti menggunakan Statistik Krippendorff Alpha kemudian diolah menggunakan SPSS untuk menentukan tingkat interpretasi terhadap studi primer. Hasil reliabilitas yang diperoleh nantinya akan menggambarkan konsistensi tingkat persetujuan antar pengoding terhadap berbagai jenis data yang dikodekan. Data ini mencakup aspek numerik, seperti nilai rata-rata, simpangan baku, ukuran sampel, t-value, dan p-value, serta data kategorik yang lebih kompleks. Untuk data numerik, reliabilitas akan menunjukkan seberapa konsisten pengoding dalam mengidentifikasi dan mencatat nilai-nilai statistik penting dari setiap studi primer. Ini meliputi parameter seperti nilai rata-rata yang menggambarkan kecenderungan sentral, simpangan baku yang menunjukkan variasi, ukuran sampel yang memberikan gambaran tentang jumlah peserta, serta t-value dan p-value yang penting untuk uji hipotesis. Reliabilitas yang tinggi dalam pengkodean data kategorik memastikan bahwa informasi yang dicatat adalah konsisten di antara pengoding dan mencerminkan fakta yang sebenarnya dari setiap studi primer. Ini penting untuk menjaga integritas data yang dikumpulkan dan untuk memastikan bahwa analisis meta dilakukan dengan dasar yang solid. Dengan memperoleh hasil reliabilitas yang baik, peneliti dapat memastikan bahwa data yang diambil dan dianalisis dari studi primer memiliki konsistensi yang memadai, sehingga meningkatkan keakuratan dan keandalan hasil meta-analisis. Hal ini membantu dalam memastikan bahwa kesimpulan yang ditarik dari analisis tersebut adalah valid dan representatif dari data yang ada.

Hasil pengkodean ini selanjutnya diuji reliabilitasnya menggunakan Krippendorff alpha karena adanya tiga pengode, yang membuat uji Cohen's Kappa tidak dapat diterapkan. Hasil tes ini disajikan dalam format tabel yang mencakup item rinci, termasuk data numerik dan kategorikal, nilai alpha dari studi utama, serta tingkat persetujuan sesuai dengan yang telah ditetapkan pada kriteria

Tabel 3.2. Proses ekstraksi data dapat dilanjutkan setelah hasil pengujian menunjukkan bahwa data numerik dan kategorikal telah divalidasi dan dinyatakan reliabel. Setelah data numerik dan kategorikal terbukti valid dan reliabel, proses ekstraksi data lanjutan dapat dilakukan.

Dalam penelitian ini, tiga pengoding yang memiliki keahlian khusus dalam penelitian meta-analitik dilibatkan untuk memastikan kualitas pengkodean data. Penggunaan beberapa pengoding bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi dalam proses pengkodean, serta untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh dari pengkodean tersebut valid dan dapat diandalkan. Validitas dan reliabilitas lembar koding yang digunakan dalam penelitian ini diuji dengan menggunakan metode Klaus Krippendorff, yang merupakan teknik statistik yang dirancang untuk mengukur konsistensi antar-pengoding dalam pengkodean data. Klaus Krippendorff menyediakan berbagai alat untuk mengevaluasi keandalan pengkodean, termasuk menghitung alpha Krippendorff, sebuah koefisien yang menilai tingkat kesepakatan di antara pengoding. Dalam proses ini, kesepakatan antara ketiga pengoding dinilai untuk menentukan tingkat validitas dan reliabilitas data penelitian yang dimasukkan ke dalam meta-analisis. Berikut adalah hasil dari uji Klaus Krippendorff pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Uji Klaus Krippendorff

No	Item	Alpha	Tingkat Persetujuan
1	Kode	1	Sempurna
2	Sitasi	0,875	Kuat
3	Mean Kelas Eksperimen	0,9167	Kuat
4	Deviasi standar Kelas Eksperimen	0,875	Kuat
5	Ukuran Sampel Kelas Eksperimen	0,96	Kuat
6	Mean Kelas Kontrol	0,875	Kuat
7	Deviasi standar Kelas Kontrol	0,875	Kuat
8	Ukuran Sampel Kelas Kontrol	0,92	Kuat
9	t-value	1	Sempurna
10	p-value	1	Sempurna
11	F-value	1	Sempurna

12	Jenjang Pendidikan	1	Sempurna
13	Ukuran Sampel Kelas Eksperimen	1	Sempurna
14	Demografi Peserta didik	0,9583	Kuat
15	Lokasi Geografis	1	Sempurna
16	Tahun Publikasi	1	Sempurna
17	Materi	0,9583	Kuat
18	Jenis kemampuan yang diuji	0,9583	Kuat
19	Teknologi	1	Sempurna
20	Nama Jurnal atau Prosiding	1	Sempurna
21	Database	1	Sempurna
22	Email	1	Sempurna
23	Link Penelusuran	0,9167	Kuat

Berdasarkan data hasil uji tersebut dari tiga pengode yang ditampilkan pada Tabel 3.3, yang menunjukkan persetujuan terhadap data numerik dan kategorikal dalam studi mengenai penerapan model *Project-Based Learning* terhadap kemampuan matematis peserta didik, tingkat persetujuan diperoleh dalam rentang dari kuat hingga sempurna. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga pengoding secara signifikan sepakat dalam menilai dan mengekstraksi data tersebut. Dalam hal tersebut memperoleh kesimpulan bahwa proses ekstraksi data dilakukan dengan konsistensi yang tinggi, yang memastikan validitas dan reliabilitas data yang diperoleh dalam meta-analisis. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstraksi data pada lembar koding oleh peneliti telah terbukti valid dan reliabel setelah melalui verifikasi oleh tiga pengode, dengan ketiga pengode yang signifikan setuju. (Belur dkk., 2021; Krippendorff, 2004; Lombard dkk., 2002; McHugh, 2012).

Proses ekstraksi data selanjutnya akan menggunakan *Comprehensive Meta-Analysis* (CMA) versi 4.0 untuk mengevaluasi ukuran efek (*Effect size*) pada tiap studi primer. Teknik analisis data yang digunakan melibatkan perhitungan ukuran efek Hedges's *g*, yang sering digunakan untuk mengukur besaran pengaruh dalam studi-studi meta-analitik. Hedges's *g* memberikan estimasi yang lebih akurat dengan mengoreksi bias ukuran sampel kecil, sehingga memungkinkan analisis yang lebih tepat terhadap pengaruh model *Project-Based Learning* terhadap

kemampuan matematis peserta didik. Dengan menggunakan software CMA, proses ini akan lebih efisien dan hasil yang diperoleh akan lebih mendetail dan terstruktur, memperkuat validitas dan reliabilitas temuan meta-analisis. Hedges'g dipilih sebagai dasar penentuan ukuran efek karena cenderung memiliki bias publikasi yang lebih kecil dibandingkan Cohen's d, terutama pada kondisi dengan sampel kecil. (Juandi & Tamur, 2020). Sementara ukuran sampel pada studi primer-studi primer seringkali bervariasi dan sulit untuk ditentukan, data deviasi standar yang diperlukan untuk melakukan hitung efek menggunakan Hedges' g lebih mudah diakses dibandingkan dengan data variansi yang dibutuhkan untuk Cohen's d (Borenstein dkk., 2009). Menurut Borenstein dkk. (2009) rumus ukuran efek yang menggunakan dua kelompok independen yaitu:

$$d = \frac{\bar{x}_E - \bar{x}_K}{S_{within}} \quad \dots (3.2)$$

$$S_{within} = \sqrt{\frac{(n_E - 1)s_E^2 + (n_K - 1)s_K^2}{n_E + n_K - 2}} \quad \dots (3.3)$$

$$g = J \times d \quad \dots (3.4)$$

$$J = 1 - \frac{3}{4df - 1} \quad \dots (3.5)$$

Keterangan:

d	: Ukuran efek
S_{within}	: Deviasi standar dalam kelompok
\bar{X}_E	: Mean kelompok eksperimen
\bar{X}_K	: Mean kelompok kontrol
n_E	: Ukuran sampel kelas eksperimen
n_K	: Ukuran sampel kelas kontrol
S_E	: Deviasi standar kelas eksperimen
S_K	: Deviasi standar kelas kontrol
J	: Faktor koreksi pada Hedges's g
df	: Derajat kebebasan

Interpretasi terhadap nilai *Effect size* dalam penelitian ini merujuk pada klasifikasi yang diusulkan oleh Thalheimer & Cook (2002) yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.4 Klasifikasi *Effect size*

<i>Effect size</i> (ES)	Interpretasi
$-0,15 \leq ES < 0,15$	Diabaikan
$0,15 \leq ES < 0,40$	Rendah
$0,40 \leq ES < 0,75$	Sedang
$0,75 \leq ES < 1,10$	Tinggi
$1,10 \leq ES < 1,45$	Sangat Tinggi
$1,45 \leq ES$	Sempurna

Taraf signifikansi yang digunakan adalah 95%, Maka dapat diartikan bahwa hipotesis nol akan diterima jika nilai p yang diperoleh dari analisis statistik adalah lebih besar dari atau sama dengan 0,05 ($p \geq 0,05$). (Cleophas & Zwinderman, 2017). Pengujian hipotesis nol ini untuk mengidentifikasi signifikansi pengaruh implementasi model *Project-Based Learning* dibandingkan dengan pembelajaran yang menggunakan konvensional. Dalam konteks penelitian ini, uji Z digunakan sebagai alat analisis utama untuk mendapati jawaban atas rumusan masalah yang diajukan. Uji Z tidak hanya membantu menentukan apakah perbedaan yang diamati antara dua model pembelajaran tersebut signifikan secara statistik, tetapi juga memberikan ukuran efek rata-rata. Selain itu, uji Z juga menyediakan interval kepercayaan untuk setiap studi primer yang dianalisis, yang memungkinkan kita untuk memahami seberapa tepat estimasi efek tersebut. Jika $z_{hitung} > z_{tabel}$ dengan $p < 0,05$, maka hipotesis nol ditolak (Hogg dkk., 2015). Nilai p (*p-value*) dan statistik Z dalam analisis hipotesis nol dipergunakan untuk menilai signifikansi pengaruh model *Project-Based Learning* berbantuan teknologi terhadap kemampuan matematis peserta didik. Namun, nilai-nilai ini tidak memberikan informasi tentang besaran ukuran efek. Untuk itu, hasil analisis ukuran efek dari keseluruhan studi ditampilkan dalam bentuk *forest plot*, yang memungkinkan visualisasi besaran dan arah efek dari masing-masing studi primer.

Untuk mengukur heterogenitas atau variasi ukuran efek di antara studi-studi yang dianalisis secara keseluruhan digunakan nilai *Q-value*. Apabila *Q-value* lebih dari *Q-tabel* maka ukuran efek pada keseluruhan studi bervariasi atau heterogen (Juandi dkk., 2021) dengan kata lain, jika ukuran efek secara statistik heterogen ($Q_{hitung} > \chi^2$) atau $p < 0,05$ maka hipotesis homogenitas studi secara keseluruhan ditolak (Juandi dkk., 2021; Yohannes dkk., 2020). Hasil uji ini menjadi landasan untuk argumen mengenai model statistik efek yang diterapkan dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil uji heterogenitas, peneliti dapat menentukan model statistik yang paling tepat untuk analisis meta-analisis selanjutnya. Dalam meta-analisis, terdapat dua model statistik utama yang sering digunakan, yaitu model efek tetap (*fixed effect model*) dan model efek acak (*random effect model*), masing-masing dengan pendekatan dan asumsi yang berbeda. Dalam *fixed effect model* diasumsikan bahwa ada satu ukuran efek yang mendasari seluruh studi yang dianalisis. Model ini menganggap bahwa semua perbedaan yang diamati dalam ukuran efek antara studi primer-studi primer disebabkan oleh kesalahan pengambilan sampel dan bukan oleh variasi nyata dalam efek. Dengan kata lain, model efek tetap mengasumsikan bahwa efek yang diamati adalah hasil dari variabilitas acak di dalam studi dan bukan akibat perbedaan antara studi yang berbeda. Model ini paling tepat digunakan ketika variabilitas antara studi dianggap minimal atau tidak signifikan sementara *random effect model* model efek acak mengakui bahwa variasi ukuran efek di antara studi primer-studi primer adalah nyata dan disebabkan oleh perbedaan dalam karakteristik studi, seperti perbedaan partisipan, jenjang pendidikan, dan variasi dalam intervensi yang diterapkan. Dalam model ini, diasumsikan bahwa setiap studi memiliki ukuran efek yang unik dan model ini memperhitungkan variasi tersebut dalam analisis. Model efek acak lebih sesuai ketika terdapat heterogenitas yang signifikan di antara studi primer-studi primer, yaitu ketika ukuran efek bervariasi secara substansial dari satu studi ke studi lainnya. (Borenstein dkk., 2010). Dalam penelitian ini, studi primer-studi primer yang akan dianalisis menunjukkan variasi yang signifikan dalam hal karakteristik partisipan, jenjang pendidikan, dan jenis intervensi yang diterapkan. Variasi ini menciptakan perbedaan dalam ukuran efek antara studi primer-studi primer. Oleh karena itu,

model efek acak lebih tepat digunakan untuk menganalisis data dalam konteks ini. Model ini memungkinkan peneliti untuk menangani heterogenitas yang ada dan memberikan estimasi ukuran efek yang lebih realistis dan generalizable di seluruh studi yang dianalisis. Dengan menggunakan model efek acak, analisis meta-analisis akan lebih mampu menangkap dan memperhitungkan variasi yang ada antara studi primer-studi primer, memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai efek keseluruhan dari intervensi atau variabel yang dikaji dalam penelitian. Ini juga membantu dalam memberikan interpretasi yang lebih tepat dan aplikatif dari hasil meta-analisis, yang relevan untuk pengambilan keputusan atau penerapan praktis dalam bidang yang diteliti.

Hasil analisis dari kedua model ini, yaitu model efek tetap (*fixed effect model*) dan model efek acak (*random effect model*), juga dibandingkan untuk mengevaluasi sensitivitas hasil meta-analisis. Dilakukan uji sensitivitas untuk melihat kestabilan dari hasil analisis. Jika hasil perbandingan dari kedua model tersebut menunjukkan kesamaan, maka dapat disimpulkan bahwa variasi antar studi tidak mempengaruhi makna keseluruhan data yang dihimpun. Selain uji sensitivitas, penting juga untuk menilai keberadaan bias publikasi, yang dapat mempengaruhi validitas temuan meta-analisis. Bias publikasi pada kumpulan data ukuran efek dapat dilihat menggunakan funnel plot (plot corong). Pada plot corong terdapat dua komponen yaitu sebaran *Effect size* yang dalam penelitian ini adalah *Effect size* model *Project-Based Learning* berbantuan teknologi terhadap Kemampuan Matematika dan tingkat kepercayaan sekitar mean keseluruhan untuk menilai signifikansi. dari kemampuan matematika. hasilnya diamati pada tingkat 5%. (Abramo dkk., 2016). Dalam *funnel plot*, ukuran efek dari tiap studi diplot terhadap ukuran sampelnya. Jika tidak ada bias publikasi, plot ini akan berbentuk simetris seperti corong tetapi jika hasil yang tergambar pada *funnel plot* menunjukkan ketidaksimetrisan di sekitar garis vertikal maka bias publikasi perlu diidentifikasi. Identifikasi ini menggunakan teknik *Rosental Fail-Safe N* (FSN) dengan rumus (Fragkos dkk., 2017):

$$\frac{N}{5k+10} \quad \dots (3.7)$$

Keterangan:

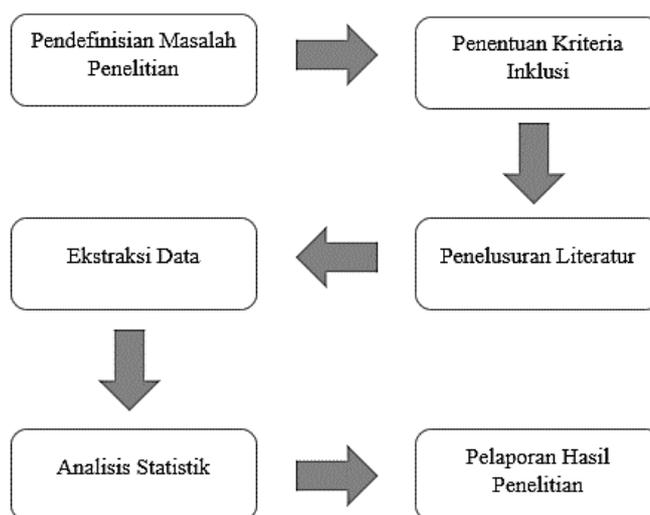
N : Nilai FSN

k : Banyaknya studi yang dianalisis

Untuk menganalisis pengaruh bias publikasi pada studi meta-analisis, dua cara yang digunakan uji *Rosental Fail-Safe N* atau uji *fill and trim* (Harwell, 2020).

3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini meliputi enam tahap yakni definisi masalah penelitian, kriteria inklusi, penelusuran literatur, ekstraksi data, analisis statistik, dan pada akhirnya diperoleh hasil penelitian. Alur lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan prosedur sebagai berikut.

1. Pendefinisian masalah penelitian

Tahapan ini meliputi beberapa langkah penting yaitu mendefinisikan masalah penelitian yang berkaitan dengan pertanyaan penelitian, hingga menentukan hipotesis penelitian berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi. Berikut adalah beberapa hipotesis tentatif berdasarkan pertanyaan penelitian. Hipotesis ini diperoleh dari hasil analisis empiris studi-studi meta-analisis sebelumnya yang berkaitan dengan pengaruh model *Project-Based Learning* berbantuan teknologi terhadap kemampuan matematis:

- a. Penggunaan model *Project-Based Learning* berbantuan teknologi berpengaruh positif terhadap pencapaian kemampuan matematis peserta didik ditinjau dari studi primer-studi primer yang dianalisis.
- b. Terdapat perbedaan ukuran efek dari implementasi model *Project-Based Learning* berbantuan teknologi terhadap pencapaian kemampuan matematis peserta didik ditinjau dari jenjang pendidikan.
- c. Terdapat perbedaan ukuran efek dari implementasi model *Project-Based Learning* berbantuan teknologi terhadap pencapaian kemampuan matematis peserta didik ditinjau dari ukuran sampel kelas eksperimen.
- d. Terdapat perbedaan ukuran efek dari implementasi model *Project-Based Learning* berbantuan teknologi terhadap pencapaian kemampuan matematis peserta didik ditinjau dari lokasi geografis.
- e. Terdapat perbedaan ukuran efek dari implementasi model *Project-Based Learning* berbantuan teknologi terhadap pencapaian kemampuan matematis peserta didik ditinjau dari jenis kemampuan yang diuji.
- f. Terdapat perbedaan ukuran efek dari implementasi model *Project-Based Learning* terhadap pencapaian kemampuan matematis peserta didik ditinjau dari keterbantuan teknologi

Adapun kategori penelitian atau kriteria inklusi pada penelitian ini antara lain:

- a. Studi diteliti oleh umum atau peserta didik
- b. Studi dipublikasi di nasional dan terindeks Google Scholar atau sinta atau terpublikasi internasional dan terindeks scopus
- c. Studi telah terbit dalam rentang tahun 2014 sampai 2024
- d. Menggunakan penelitian kuantitatif dengan desain kuasi eksperimen yang menggunakan kelas kontrol
- e. Memuat dan memenuhi data statistik ukuran efek
- f. Studi yang dipilih meneliti tentang pengaruh model *Project-Based Learning* berbantuan teknologi terhadap Kemampuan Matematis

- g. Kelas yang menerapkan pembelajaran dengan model *Project-Based Learning* disebut sebagai kelas eksperimen dan kelas pembelajaran selain menggunakan model *Project-Based Learning* disebut sebagai kelas kontrol
 - h. Studi dilakukan pada jenjang Sekolah Dasar (SD)/ sederajat hingga Sekolah Menengah Atas (SMA)/ sederajat
2. Penelusuran Literatur

Proses penelusuran studi yang dianalisis dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa database online yang terakreditasi baik secara nasional maupun internasional. Database yang digunakan meliputi Scopus, *Directory of Open Access Journal (DOAJ)*, *Education Resources Information Center (ERIC)*, Google Scholar, Semantic Scholar. Dalam melakukan penelusuran, kata kunci yang digunakan adalah “*Project-Based Learning*” dan “Kemampuan Matematis”. Penggunaan *database* yang beragam ini bertujuan untuk memastikan cakupan yang luas dan komprehensif dari literatur yang relevan, sehingga penelitian ini dapat didasarkan pada berbagai sumber yang kredibel dan terkini.

3. Ekstraksi Data

Proses ekstraksi pada data dilakukan dengan memakai lembar koding yang disusun dalam *Microsoft Excel*, dilengkapi dengan petunjuk atau cara pengisian yang terperinci. Lembar ini dirancang untuk mengumpulkan data dengan sistematis dan konsisten dari berbagai studi primer. Sebelum digunakan dalam penelitian, lembar koding dan petunjuk pengisiannya akan disetujui oleh tiga validator yang merupakan ahli pada bidang meta-analisis. Para validator ini akan mengevaluasi keakuratan, kejelasan, dan kelengkapan lembar koding serta petunjuknya, untuk memastikan bahwa instrumen tersebut dapat digunakan secara efektif dan reliabel dalam proses ekstraksi data. Lembar koding mencakup informasi seperti kode, sitasi, data statistik yang meliputi nilai rata-rata, simpangan baku, ukuran sampel, nilai t (t -value), nilai p (p -value), ukuran sampel grup *Project-Based Learning*, jenjang Pendidikan, teknik sampling, tahun publikasi, sumber publikasi, jurnal pengindeks,

nama jurnal atau prosiding, instansi, penerbit, mesin pencarian, email, dan link penelusuran. Setelah lembar koding divalidasi, peneliti akan mengimplementasikan revisi sesuai dengan saran atau rekomendasi yang diberikan oleh validator. Proses revisi ini melibatkan penyesuaian lembar koding dan petunjuk pengisian untuk memperbaiki aspek-aspek yang dianggap perlu oleh validator, guna meningkatkan keakuratan dan kejelasan instrumen. Selanjutnya, peneliti akan melaksanakan uji reliabilitas untuk mengevaluasi konsistensi dalam proses pengkodean. Uji reliabilitas ini penting untuk memastikan bahwa prosedur meta-analisis diterapkan secara konsisten dan bahwa hasil penelitian yang diperoleh adalah objektif. Pengoding yang terlibat dalam proses ini dipilih berdasarkan keahlian mereka di bidang meta-analisis serta pengalaman sebelumnya dalam melakukan penelitian sejenis. Setiap pengoding akan diberikan dokumen-dokumen penting, termasuk protokol lembar koding, lembar koding itu sendiri, serta lembar persetujuan terkait studi primer yang telah dikumpulkan. Proses pengkodean akan dilakukan mengikuti prosedur ketat yang telah ditetapkan, dan pengoding akan bekerja secara kolaboratif untuk mencapai konsensus dalam pengkodean data. Tujuan utama dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa data yang diekstraksi dari studi primer adalah valid dan dapat diandalkan. Uji reliabilitas akan dihitung menggunakan rumus Krippendorff's Alpha, dengan bantuan software SPSS, untuk mengevaluasi tingkat konsistensi antar pengoding dan memastikan bahwa hasil meta-analisis bebas dari bias dan kesalahan sistematis.

4. Analisis Statistik

Penelitian ini menggunakan analisis statistik berupa ukuran efek (*Effect size*) yang dihitung dengan bantuan software CMA (*Comprehensive Meta-Analysis*) versi 4.0, menggunakan metode Hedges's *g*. Hedges's *g* dipilih karena kemampuannya memberikan estimasi yang lebih akurat untuk ukuran sampel yang bervariasi. Selain itu, ukuran efek juga diklasifikasikan berdasarkan karakteristik studi untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang konteks di

mana model *Project-Based Learning* berbantuan teknologi diterapkan. Karakteristik yang dipertimbangkan meliputi jenjang pendidikan, ukuran sampel kelas eksperimen, lokasi geografis, jenis kemampuan yang diuji dan ukuran sampel kelas eksperimen, kombinasi pembelajaran yang digunakan, dan status keterbantuan teknologi. Selanjutnya, dilakukan uji bias publikasi yang berhubungan langsung dengan keandalan hasil dari studi meta-analisis (Tamur dkk., 2020a). Hasil uji bias publikasi digunakan untuk menilai validitas penelitian utama dan memfasilitasi analisis lebih lanjut. Selain itu, pengujian ini membantu mengidentifikasi kemungkinan tren di mana hanya penelitian yang menunjukkan hasil signifikan yang dipublikasikan, sehingga memastikan bahwa ukuran efek yang diperoleh dapat mencerminkan nilai sebenarnya secara akurat (Borenstein dkk., 2009).

Dalam penelitian ini, bias publikasi dianalisis menggunakan *funnel plot*, tes *Fail-Safe N Rosenthal* (FSN), dan tes *trim and fill* untuk mengevaluasi simetri funnel plot yang dihasilkan. Hasil skor FSN yang lebih besar dari 1 menunjukkan bahwa ukuran efek bebas dari bias publikasi, menandakan bahwa temuan meta-analisis tidak dipengaruhi secara signifikan oleh seleksi publikasi. Selain itu, uji *trim and fill* digunakan untuk mengidentifikasi dan mengoreksi studi-studi yang menyebabkan bias dalam ukuran efek. Studi-studi yang teridentifikasi sebagai penyebab bias akan dikeluarkan dari analisis untuk memastikan integritas hasil. Selain menguji bias publikasi, penting juga untuk menilai sensitivitas kumpulan ukuran efek yang dihasilkan. Hal ini dilakukan dengan menguji normalitas dan kestabilan kumpulan ukuran efek ketika satu studi primer dikeluarkan dari analisis. Uji kenormalan bertujuan untuk memastikan bahwa distribusi ukuran efek mendekati distribusi normal, yang merupakan asumsi penting dalam banyak metode analisis statistik. Uji kestabilan, atau analisis sensitivitas, dilakukan dengan menghilangkan satu studi primer secara bergantian dan mengamati dampaknya terhadap ukuran efek keseluruhan. Jika kumpulan ukuran efek tersebut stabil, maka penghilangan satu studi primer tidak akan

mempengaruhi secara signifikan ukuran efek yang dihasilkan. Dalam hal ini, ukuran efek yang dihasilkan tetap berada dalam interval mean ukuran efek, menegaskan bahwa hasil meta-analisis tidak tergantung pada satu studi tunggal dan bahwa kesimpulan yang diambil adalah robust dan konsisten di seluruh studi yang dianalisis. Proses ini memastikan bahwa hasil penelitian tidak dipengaruhi secara tidak proporsional oleh studi-studi individual, sehingga memberikan keyakinan tambahan terhadap validitas dan reliabilitas temuan meta-analisis.

Selanjutnya, untuk mendukung asumsi dalam pemilihan model dan menilai heterogenitas ukuran efek, digunakan nilai Q (Q -value). Jika Q -value melebihi nilai Q -tabel, ini mengindikasikan adanya variasi yang signifikan dalam keseluruhan statistik, sehingga model yang paling tepat untuk digunakan adalah *random-effect model*, sesuai dengan asumsi awal penelitian. *Random-effect model* memungkinkan kita untuk mengakomodasi variasi nyata antar studi yang tidak dapat dijelaskan oleh variasi acak saja. Selanjutnya, signifikansi hasil analisis ditentukan menggunakan nilai p -value. Dengan ketentuan yaitu bahwa p -value kurang dari 0,05, hasil tersebut dianggap signifikan secara statistik. Uji signifikansi ini penting untuk menganalisis karakteristik studi yang mungkin mempengaruhi keragaman ukuran efek dari penerapan model *Project-Based Learning* berbantuan teknologi terhadap kemampuan matematis peserta didik. Analisis ini membantu mengidentifikasi faktor-faktor spesifik yang berkontribusi terhadap variasi dalam hasil studi, memberikan wawasan lebih mendalam tentang kondisi dan konteks di mana model pembelajaran ini paling efektif. Dengan demikian, hasil penelitian tidak hanya mengkonfirmasi efektivitas umum dari model pembelajaran, tetapi juga menjelaskan bagaimana dan mengapa variasi tersebut terjadi di berbagai studi.

5. Pelaporan Hasil Penelitian

Pelaporan hasil dari penelitian ini akan disajikan pada Bab IV.