

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Meta-Analysis

Meta Analisis digunakan dalam penelitian ini dengan tujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi efektivitas pendekatan STEM dalam pembelajaran Matematika terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis dan efektivitas pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik. Pemilihan model acak mempertimbangkan keragaman dari studi primer yang menganalisis dari jenjang Pendidikan, ukuran sampel, integrasi STEM serta tahun penelitian yang diprediksi sebagai penyebab heterogenitas kemampuan berpikir kreatif matematis dan kemampuan berpikir kritis matematis dengan terlebih dahulu menguji heterogenitas data. Meta-analisis digunakan untuk mengestimasi dan menguji serta membandingkan pengaruh pendekatan STEM dengan menganalisis dan menggabungkan sejumlah studi primer yang membahas topik penelitian yang sejenis atau relevan dengan tujuan penelitian ini, dengan menggunakan pendekatan kuantitatif dan perhitungan *effect size* untuk memperoleh kesimpulan yang akurat.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah semua studi tentang efektivitas pendekatan STEM dalam pembelajaran Matematika terhadap kemampuan berpikir kreatif peserta didik dan semua studi tentang efektivitas pendekatan STEM dalam pembelajaran Matematika terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Studi tersebut berupa artikel jurnal, prosiding, skripsi, tesis maupun disertasi. Sampel yang diambil adalah studi yang memenuhi kriteria inklusi yang ditetapkan oleh peneliti.

3.3 Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi merupakan standar kelayakan yang digunakan peneliti untuk menyeleksi studi yang akan dianalisis atau seperangkat aturan (kriteria tertentu) untuk mengidentifikasi studi yang relevan sebagai basis data untuk meta analisis (Juandi & Tamur, 2020).

Dalam penelitian ini digunakan kriteria inklusi sebagai berikut:

1. Studi merupakan penelitian tentang pengaruh penerapan pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis peserta didik, ataupun studi merupakan penelitian tentang pengaruh penerapan pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik.
2. Perlakuan dalam studi primer merupakan pendekatan STEM.
3. Penelitian pada studi primer dilakukan di jenjang SD, SMP ataupun SMA.
4. Studi primer menggunakan penelitian eksperimen atau kuasi eksperimen.
5. Studi primer berupa artikel dalam jurnal, prosiding, skripsi, tesis ataupun disertasi.
6. Studi primer merupakan penelitian kuantitatif dan memuat data statistik untuk mencari *effect size* yang meliputi ukuran sampel, standar deviasi dan rata-rata, ukuran sampel dan *p-value* ataupun ukuran sampel dan *t-value*.
7. Studi diterbitkan dalam jangka waktu tahun 2017 hingga tahun 2022.

3.4 Strategi Pencarian Literatur

Dalam penemuan studi primer sesuai kriteria inklusi yang telah ditetapkan, peneliti menggunakan beberapa kata kunci yaitu; “Pendekatan STEM, Berpikir Kreatif Matematis”, “Pendekatan STEM, Berpikir kritis Matematis”, “STEM, *Creative thinking skill in mathematics learning*”, “STEM, *critical thinking skill in mathematics learning*”, “STEM Education, Creative thinking skill”, “STEM Education, *Critical thinking skill*”. Studi primer dicari dengan bantuan mesin mencari seperti Google Scholar, ERIC (*Education Resources Information Center*), DOAJ (*Directory of Open Access Journal*), *Research Gate*, *IOP publishing*, *AIP publishing*, *Science Direct*, atau melalui URL jurnal nasional dan internasional yang terindeks.

3.5 Seleksi Studi

Proses seleksi studi dalam penelitian ini menggunakan tahapan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis*) yang merujuk dari Liberati et al. (2009). Tahapan tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. *Identification* (identifikasi)

Dalam tahap ini studi primer diidentifikasi melalui mesin pencari data elektronik. Apabila ada studi yang sama ditemukan dalam mesin pencari yang berbeda maka studi tersebut dikeluarkan. Sehingga studi yang diperoleh dapat dipastikan tidak ada studi yang ganda.

2. *Screening* (penyaringan)

Studi yang didapat dari tahap identifikasi kemudian diseleksi berdasar judul dan abstraknya. Studi yang tidak sesuai dengan tema penelitian ini dikeluarkan.

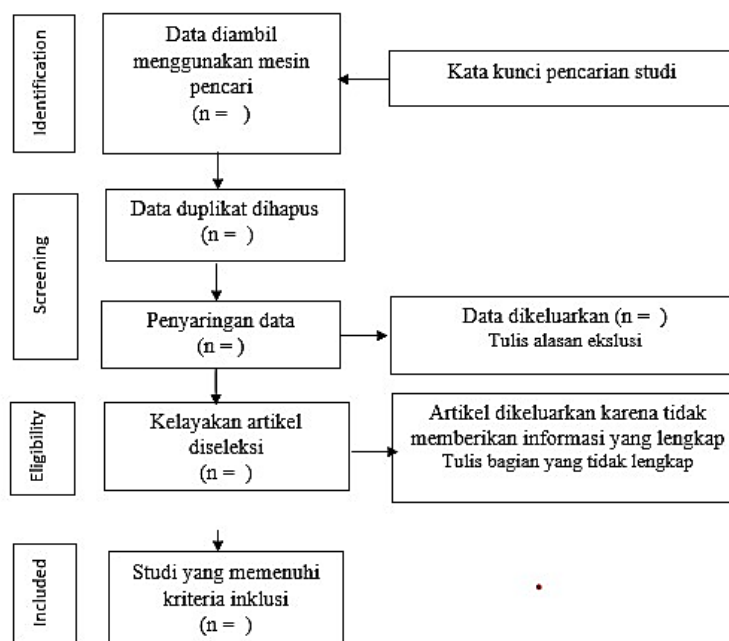
3. *Eligibility* (kelayakan)

Dalam tahap kelayakan, studi diseleksi berdasarkan kriteri inklusi yang sudah ditetapkan. Apabila studi tidak memenuhi salah satu dari kriteria inklusi yang sudah ditetapkan maka studi dikeluarkan dan tidak diikuti dalam proses selanjutnya.

4. *Inclusion* (inklusi)

Semua data yang memenuhi kriteria inklusi akan dianalisis lebih lanjut dengan meta-analisis untuk memperoleh *effect size* masing – masing studi dan *effect size* gabungan studi.

Rincian tahapan proses seleksi studi diberikan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Bagan Alur Seleksi Studi Menurut Tahapan PRISMA

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen pada meta-analisis ini menggunakan lembar pengkodean, yang berisi ekstraksi data dari studi primer yang digunakan dalam penelitian. Pengkodean perlu dilakukan untuk mendata hasil penelitian yang akan diagregasikan dalam meta analisis (Retnawati et al., 2014). Terdapat dua bagian yang harus dibedakan dalam pengkodean, yaitu lembar untuk mengisi informasi tentang karakteristik studi dan lembar untuk informasi statistik untuk keperluan mencari *effect size* (Wilson & Lipsey, 2001a). Dalam penelitian ini lembar pertama pengkodean untuk mendata temuan informasi statistik (data numerik) yang diperlukan dalam menghitung *effect size* yaitu ukuran sampel, rata-rata, simpangan baku, *p-value*, *t-value* dari masing-masing studi primer. Sedangkan, lembaran kedua digunakan untuk mengkodekan data studi yang bersifat kategorik yang meliputi jenis kemampuan matematis, jenis integrasi STEM dengan model pembelajaran, kelompok ukuran sampel kelas STEM, tahun publikasi studi primer,

jenjang pendidikan, pengindeks, nama jurnal/prosiding, email penulis dan *link* penelusuran.

Selain itu diperlukan manual pengkodean (protokol skema koding) yang berisi panduan tentang cara menerapkan item lembar pengkodean untuk studi (Juandi & Tamur, 2020). Manual pengkodean adalah bentuk pengkodean, baik berupa kertas ataupun komputerisasi, yang memberikan instruksi tentang cara menerapkan item formulir pengkodean terhadap studi primer yang diteliti (Cooper et al., 2017). Manual pengkodean diperlukan untuk membantu pengkode agar dapat mendefinisikan setiap item yang dikodekan dengan tepat yang akan digunakan pengkode sebagai pedoman atau referensi dalam mengkodekan data yang diperlukan dalam meta-analisis (Wilson & Lipsey, 2001a). Lembar protokol skema koding divalidasi oleh ahli di bidang meta-analisis. Validator akan memberikan penilaian serta keputusan apakah instrumen dapat digunakan tanpa revisi, instrumen dapat digunakan namun dengan sedikit revisi, instrumen perlu revisi sedang sehingga bisa digunakan, instrumen dapat digunakan dengan melakukan banyak revisi ataukah instrumen tidak dapat digunakan. Pada penelitian ini, proses pengkodean dilakukan oleh dua orang pengkode (*coder*) yang sudah terlatih dan memahami proses mengkode data untuk keperluan meta-analisis.

3.7 Ekstraksi Data

Studi primer yang memenuhi kriteria inklusi kemudian diekstrak menjadi data atau informasi yang diperlukan dalam proses meta-analisis. Data dieksrak menjadi data numerik yang memuat informasi statistik dan data kategorik yang memuat data karakteristik studi. Agar data ataupun informasi yang dihasilkan dari ekstraksi studi kredibel dan juga valid, maka diperlukan uji reliabilitas pengkode yang merupakan bagian penting dari meta-analisis.

Konsep uji reliabilitas pada meta analisis yaitu menguji tingkat kesepakatan antar *coder*. Tingkat kesepakatan menggunakan koefisien Cohen's Kappa dengan rumus sebagai berikut (McHugh, 2012):

$$\kappa = \frac{\Pr(a) - \Pr(e)}{1 - \Pr(e)}$$

Pr(a) merupakan kesepakatan yang benar-benar diamati (persetujuan terobservasi yang baru/*actual observed agreement*) dan Pr(e) merupakan kesepakatan secara kebetulan (persetujuan kesempatan/*chance agreement*) (McHugh, 2012). Interpretasi nilai Cohen's Kappa menggunakan klasifikasi Cohen's Kappa pada Tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1. Interpretasi Nilai Cohen's Kappa

Nilai Kappa	Tingkat Persetujuan	Prosentasi Data yang Reliabel
0,00 – 0,20	Tidak ada	0 – 4%
0,21 – 0,39	Minimal	4%- 15%
0,40 – 0,59	Lemah	15% - 35%
0,60 – 0,79	Sedang	35% - 63%
0,80 – 0,90	Kuat	64 – 81%
diatas 0,90	Sempurna	82 – 100%

3.8 Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian menggunakan meta-analisis dijelaskan sebagai berikut (Juandi & Tamur, 2020; Retnawati et al., 2014; Shelby & Vaske, 2008):

1. Merumuskan pertanyaan penelitian

Pertanyaan penelitian dan variabel yang diamati harus jelas seperti pada studi primer (Juandi & Tamur, 2020). Pertanyaan dalam meta-analisis terkait dengan 4 hal yaitu, ukuran pemusatan, perbandingan pre-post, perbandingan dua kelompok dan korelasi (Retnawati et al., 2014).

2. Menentukan kriteria inklusi

Kriteria inklusi digunakan untuk memberikan aturan yang jelas untuk studi yang akan dianalisis. Kriteria inklusi digunakan dalam pencarian studi yang akan diteliti agar memperoleh studi yang sesuai dengan tujuan penelitian.

3. Mencari literatur yang memenuhi kriteria inklusi

Tahapan berikutnya adalah mencari literatur untuk bahan penelitian menggunakan mesin pencari di data base Google Scholar, ERIC (*Education Resources Information Center*), DOAJ (*Directory of Open Access Journal*), *Research Gate*, IOP publishing, AIP publishing, portal Garuda, *Scince Direct*, atau melalui URL jurnal nasional dan internasional yang terindeks.

4. Melakukan seleksi studi yang memenuhi kelengkapan data statistik yang akan digunakan untuk perhitungan *effect size*.

Pada tahap ini peneliti menyeleksi studi yang memenuhi data statistik untuk mencari *effect size* yang meliputi kombinasi antara ukuran sampel, simpangan baku dan rata-rata, kombinasi ukuran sampel dan *p-value* ataupun kombinasi ukuran sampel dan *t-value*. Studi yang tidak memenuhi kelengkapan untuk mencari *effect size* dikeluarkan dari proses analisis.

5. Melakukan proses pengkodean terhadap studi terpilih

Proses pengkodean studi merupakan hal penting pada proses meta-analisis yang dilakukan dengan tepat dan akurat (Hunter & Schmidt, 2004). Pengkodean studi dilakukan oleh dua orang pengkode di luar peneliti dengan tujuan untuk memperoleh ekstraksi data yang valid dan reliabel menggunakan lembar protokol coding. Lembar protokol coding untuk ekstraksi data harus divalidasi oleh validator yang memahami meta-analisis.

6. Menganalisis data hasil ekstraksi studi

Tahapan berikutnya adalah menganalisis hasil ekstraksi data dengan teknik meta analisis.

3.9 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data menggunakan meta-analisis mengikuti tahapan – tahapan berikut ini:

1. Menghitung *effect size* dari Tiap-Tiap Studi Primer

Effect size merupakan unit dasar dalam studi meta-analisis (Juandi & Tamur, 2020) dalam bentuk ukuran yang merepresentasikan besarnya efek (pengaruh) yang ditimbulkan dari sebuah perlakuan tertentu. *Effect size* mencerminkan besarnya efek perlakuan atau lebih umumnya *effect size* merupakan kekuatan dua variabel.

Pada dasarnya meta-analisis menggunakan dua pendekatan umum, yaitu *combining studies* (melibatkan *effect size* dari studi primer untuk mengestimasi *effect size* yang setipe atau rentang dari *effect size* tersebut) dan *comparing studies* (melibatkan heterogenitas dari *effect size*). *Combining studies* bertujuan untuk mengidentifikasi rata-rata dari *effect size*, sedangkan *comparing studies* bertujuan untuk mengevaluasi hubungan antara *effect size* dan karakteristik penelitian (Retnawati et al., 2014). Indeks standar yang dapat digunakan sebagai *effect size* adalah *standarized mean difference*, koefisien korelasi, dan *odds-ratio*.

Indeks *effect size* ditentukan dengan persamaan Hedge's berikut:

$$Hedges' g = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{pooled}}$$

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

\bar{X}_1 = rata-rata kelas kontrol, \bar{X}_2 = rata-rata kelas eksperimen, n_1 = ukuran sampel kelas kontrol, n_2 = ukuran sampel kelas eksperimen, S_1^2 = simpangan baku kelas kontrol S_2^2 = simpangan baku kelas eksperimen.

Apabila informasi statistik yang ditemukan pada studi primer hanya memuat ukuran sampel kelas kontrol, ukuran sampel kelas eksperimen dan *t-value* maka *effect size* dapat dihitung menggunakan rumus $t \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$. Sedangkan untuk studi yang hanya memberikan informasi statistik berupa ukuran sampel kelas kontrol, ukuran sampel kelas eksperimen dan *p-value* perhitungan *effect size* menggunakan software Comprehensive Meta-Analysis 3.0 (CMA 3.0), yakni

program khusus yang dikembangkan untuk meta-analisis. Dalam menghitung *effect size* dan semua perhitungan yang terlibat dalam proses meta-analisis untuk selanjutnya akan menggunakan bantuan *software* CMA 3.0.

Hasil perolehan data tentang *effect size* masing – masing studi ataupun *effect size* gabungan studi kemudian diinterpretasikan menggunakan klasifikasi yang dikembangkan oleh Cohen (Juandi & Tamur, 2020)

Tabel 3.2. Interpretasi *Effect Size* Menurut Cohen

Range of Effect Size (ES)	Interpretasi
$0,00 \leq ES < 0,20$	Ignored
$0,20 \leq ES < 0,50$	Small
$0,50 \leq ES < 0,80$	Moderate
$0,80 \leq ES < 1,30$	Large
$1,30 \leq ES$	Very Large

2. Uji bias publikasi

Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam penelitian meta-analisis adalah kemungkinan adanya bias publikasi yaitu kemungkinan bahwa studi yang tersedia untuk analisis biasanya akan menjadi sampel bias dari semua studi yang ada (Hunter & Schmidt, 2004). Hal ini kemungkinan disebabkan karena keseluruhan studi yang digunakan cenderung terpublikasi dengan hasil yang signifikan saja (Borenstein et al., 2009). Oleh sebab itu analisis terhadap bias publikasi sangat diperlukan sehingga dibutuhkan uji bias publikasi agar data yang dipeloreh merupakan data yang valid dan bebas bias publikasi. Uji bias publikasi pada penelitian ini menggunakan analisis plot corong (*funnel plot*), *uji fill and trim*, dan uji *fail-safe* N Rosenthal dengan menggunakan bantuan *software* Comprehensive Meta-Analysis 3.0 (CMA 3.0).

a. *Funnel Plot* (Plot Corong)

Funnel plot merupakan sebuah metode grafik untuk mendeteksi adanya bias publikasi. Apabila studi tidak bias, maka sebaran *effect size* masing – masing studi primer akan menyebar simetris di sekitar *effect size* gabungan. Namun seringkali agak susah untuk menentukan grafik simetris atau tidak jika hanya melalui gambar, dikarenakan jika hanya berdasar pada penilaian visual, terkadang penilaian menjadi terkesan begitu subjektif. Oleh sebab itu, *funnel plot* tidak bisa menjadi dasar bukti tunggal yang kuat untuk menjustifikasi bahwa *funnel plot* tersebut simetris atau tidak simetris. Namun demikian, *funnel plot* dapat digunakan untuk membantu peneliti meta-analisis ketika memahami sifat data. Hal ini kemudian memotivasi beberapa ahli meta-analisis untuk mengembangkan uji statistik untuk *funnel plot* (Retnawati et al., 2014).

b. *Uji Fill and Trim*

Uji bias publikasi yang dikembangkan selain *funnel plot* yaitu uji *Fill and Trim*. Hasil uji *Fill and Trim* akan memberikan informasi kepada peneliti tentang banyak studi yang harus dibuang atau ditambahkan. Hasil ini bisa terkait dengan tampilan *funnel plot* yang menunjukkan posisi *effect size* dari masing – masing studi terhadap *effect size* gabungan studi. Hasil dari uji *Trim and Fill* juga memudahkan peneliti dalam menyikapi *effect size*, interpretasi nilai *effect size* yang berlebihan dapat dihindari.

c. Uji Fail – Safe N

Fail – Safe N disarankan oleh Rosenthal (Retnawati et al., 2014) dengan tujuan untuk memberi solusi pada masalah bias publikasi. Rosenthal berpendapat bahwa terkait topik tertentu, penelitian dengan hasil yang signifikan secara statistik cenderung dipublikasikan daripada penelitian dengan hasil yang tidak signifikan. Perhitungan uji Fail - Safe N menggunakan rumus $\frac{N}{5k+10}$ untuk N merupakan nilai yang diperoleh dari luaran CMA 3.0, k merupakan banyak studi yang digunakan untuk analisis. Apabila diperoleh nilai $\frac{N}{5k+10} > 1$, dapat diinterpretasikan bahwa seluruh studi yang digunakan pada penelitian ini tahan terhadap bias publikasi.

3. Melakukan uji heterogenitas setiap studi yang digunakan dalam meta analisis

Setelah memastikan data yang diperoleh bebas bias publikasi, maka langkah berikutnya adalah melakukan uji heterogenitas yang digunakan sebagai landasan dalam memilih model analisis yang akan digunakan. Selain itu uji heterogenitas juga digunakan untuk menguji apakah terdapat perbedaan *effect size* antar kelompok studi untuk dianalisis lebih lanjut terkait tinjauan karakteristik studi (Juandi & Tamur, 2020). Penentuan keputusan hasil uji berdasarkan *p-value* pada Q-statistic (Hedges, 2009; Retnawati dkk., 2018). Apabila diperoleh nilai *p-value* $< 0,05$, maka bisa diinterpretasikan bahwa sebaran *effect size* dari studi – studi primer yang digunakan dalam proses meta-analisis bersifat heterogen. Sehingga, model analisis yang dipilih adalah model efek acak. Sedangkan apabila diperoleh nilai *p-value* $> 0,05$, maka bisa diinterpretasikan bahwa sebaran *effect size* studi – studi primer yang digunakan dalam proses meta-analisis bersifat homogen. Sehingga, model analisis yang dipilih untuk meta-analisis adalah model efek tetap (Retnawati et al., 2014).

4. Melakukan uji hipotesis secara keseluruhan studi

Uji hipotesis pada tahap ini dilakukan untuk menerima atau menolak hipotesis penelitian terkait pengaruh suatu perlakuan terhadap variabel lain.

5. Melakukan uji hipotesis untuk setiap karakteristik studi

Karakteristik studi merupakan faktor-faktor yang berpeluang menyebabkan kumpulan *effect size* bersifat heterogen. Analisis karakteristik studi berguna untuk menyelidiki faktor-faktor yang secara tidak langsung menyebabkan heterogenitas kemampuan berpikir kritis dan kemampuan berpikir kreatif matematis peserta didik. Pada penelitian ini, faktor-faktor yang diprediksi menjadi penyebab heterogenitas adalah ukuran sampel kelas STEM, tahun publikasi, jenjang pendidikan dan integrasi pendekatan STEM dengan model pembelajaran yang digunakan.

Karakteristik studi berdasarkan ukuran sampel kelas STEM dikategorikan menjadi ukuran sampel lebih dari 30 dan ukuran sampel maksimal 30 peserta didik. Pada tinjauan jenjang pendidikan dikategorikan menjadi Sekolah Dasar/ sederajat, Sekolah Menengah Pertama/ sederajat dan Sekolah Menengah Atas/ sederajat. Tahun publikasi studi dikategorikan menjadi tiga kategori yaitu tahun 2017 – 2018, tahun 2019 – 2020 dan tahun 2021 – 2022. Sedangkan integrasi STEM dengan model pembelajaran menggunakan kategori STEM, STEM – PjBL dan STEM – PBL.

6. Membuat kesimpulan dari hasil analisis

Tahap terakhir adalah membuat kesimpulan dari hasil yang diperoleh dari 5 tahapan yang sudah dilakukan serta melaporkan hasil penelitian agar diperoleh informasi yang valid dan bisa dipertanggung jawabkan.