

PENALARAN PADA PEMECAHAN AKAR NON- LINEAR: REVIEW INTEGRATIF LITERASI ALGORITMIK DAN BERPIKIR KRITIS

Khadijah¹, Suradi^{2*}

Program Studi Pendidikan Matematika^{1,2}, Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam^{1,2}, Universitas Negeri Makassar ^{1,2}
khadijah@unm.ac.id¹, suraditahmir@unm.ac.id^{2*}

Abstrak

Kemampuan menyelesaikan akar non-linear menuntut literasi algoritmik dan berpikir kritis. Pentingnya kebutuhan memahami bagaimana mahasiswa mengambil keputusan saat menyelesaikan akar non-linear, kajian ini memetakan profil literasi algoritmik dan kemampuan berpikir kritis berdasarkan kajian publikasi-publikasi Internasional dan nasional. Kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi ruang kebaruan bagi studi selanjutnya. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode PRISMA dengan literature review naratif–integratif atas 112 artikel menjadi 37 artikel (30 internasional dan 7 nasional) dengan penelusuran terbatas (Scopus, Web of Science, ERIC, DOAJ, Google Scholar), dan snowballing sitasi. Kriteria inklusi dalam kajian ini yaitu pendidikan matematika; komputasi (sekolah/ perguruan tinggi); *Critical thinking, Communication, Collaboration, Creativity* (4C); berpikir kritis; *Computational Thinking* (CT); literasi algoritmik, peer-review, teks penuh. Seleksi dua tahap (screening judul dan abstrak kemudian membaca penuh) dengan deduplikasi dan analisis reliabilitas. Data diekstrak sesuai jenjang, fokus 4C, indikator algoritmik, domain akar non-linear, desain/asesmen, dan keterbatasan. Analisis sintesis deskriptif (frekuensi/proporsi) dan tematik. Hasil kajian diperoleh bahwa sebagian besar artikel membahas lebih dari satu komponen dalam 4C, sebagian kecil mengulas literasi algoritmik secara eksplisit, berfokus pada perguruan tinggi, dan belum ada yang menjadikan strategi akar non-linear sebagai konteks utama. Mayoritas menilai produk, bukan proses pembelajaran. Berdasarkan hasil kajian, ditemukan bahwa terdapat ruang kebaruan kuat untuk studi mendalam terkait proses literasi algoritmik dan berpikir kritis pada solusi akar non-linear. Implikasi bagi pengajaran berupa arahan adanya literasi algoritmik tertulis, menilai proses dan produk pembelajaran, dan menggunakan rubrik proses yang menautkan bukti produk pembelajaran.

Kata Kunci: Solusi Akar Non-Linear, Literasi Algoritmik, Berpikir Kritis.

A. Pendahuluan

Pada mata kuliah Metode Numerik, masalah pencarian solusi akar seperti pada sub materi metode bagi dua/biseksi, posisi palsu/regula falsi, Newton–Raphson, kebanyakan diajarkan secara prosedural, yaitu mahasiswa hanya menggunakan rumus tanpa memahami konvergensi, perkiraan batas interval, serta galat. Mereka hanya menebak angka secara acak dan kemungkinan bisa sangat jauh dari batas galat yang diharapkan sehingga banyaknya iterasi menjadi kurang efektif. Padahal penguasaan Metode Numerik (khususnya algoritma solusi akar metode bagi dua, posisi palsu, dan Newton–Raphson) merupakan kompetensi inti bagi calon guru matematika. Topik-topik ini tidak hanya mengajarkan prosedur komputasi, tetapi juga modelling, bagaimana memformalkan masalah dunia nyata menjadi model matematis, strategi iteratif (memilih interval awal, kriteria batas galat, dan menafsirkan laju konvergensi). Dalam proses perkuliahan sendiri, mahasiswa terkadang hanya mengikusi langkah perhitungan tanpa benar-benar memaknai darimana penggunaan rumus tersebut, bagaimana penentuan konvergenya (bagaimana pemilihan x_0 sehingga kemiringan garis singgungnya dalam Newton–Raphson bisa efektif mencapai konvergen atau tidak), kemampuan pemilihan interval batas awal sehingga benar-benar mendekati solusi, atau relasi antara lebar interval dan batas galat pada metode bagi dua dan posisi palsu. Kesenjangan pemaknaan ini berdampak pada kemampuan mereka kelak ketika harus menjelaskan proses numerik kepada siswa secara konseptual, visual, dan kontekstual di sekolah. Pada saat yang sama, indikator literasi matematika Indonesia memberi sinyal perlunya penguatan penalaran dan pemecahan masalah secara sistemik: dalam PISA 2022, hanya 18% peserta didik Indonesia mencapai Level ≥ 2 matematika (rata-rata OECD 69%) dan hampir tidak ada yang mencapai Level 5–6 (rata-rata OECD 9%). Fakta ini menggarisbawahi pentingnya penguatan kompetensi konseptual dan strategis pada calon guru agar efeknya ikut dirasakan peserta didik di kelas (OECD, 2023).

Kerangka 21st-Century Learning menempatkan 4C (critical thinking, communication, collaboration, creativity) sebagai kompetensi inti yang

sangat dibutuhkan dalam pengembangan karir dan kehidupan zaman sekarang (Reserved, 2021). Dalam definisinya, 4C menuntut peserta didik berpikir kritis, berkomunikasi, berkolaborasi menyelesaikan tugas kompleks, dan berkreasi menghasilkan solusi atau hasil karya (Reserved, 2021). Dengan adanya pembelajaran proyek dan pemecahan masalah terbuka di Metode Numerik, dengan memilih algoritma, menghitung iterasi, menaksir galat, menjelaskan keputusan, 4C sesuai sebagai luaran yang ditargetkan pada calon guru matematika. Selain itu, rilis PISA 2022 dikemukakan akan pentingnya menumbuhkan kreativitas melalui tugas terbuka lintas konteks. Berdasarkan data tersebut, sebaiknya pendidikan guru memfasilitasi pengalaman belajar yang nyata mendorong generasi, evaluasi, dan perbaikan ide (OECD 2023, 2022).

Topik akar non-linear, seperti pada materi Metode Bagi Dua, Posisi Palsu, dan Newton–Raphson, bukan hanya soal menghitung, tetapi mengambil keputusan algoritmik, memilih metode, menetapkan kriteria henti, dan kapan beralih (switching) jika iterasi macet. Keputusan-keputusan ini menuntut dua kompetensi yang saling terkait yaitu literasi algoritmik (mendesain prosedur/pseudocode yang logis dan dapat dieksekusi) dan berpikir kritis (menilai bukti konvergensi/galat, memberi justifikasi, serta merevisi strategi). Dalam kajian pendidikan matematika, literasi algoritmik beririsan kuat dengan gagasan computational thinking. Computational thinking yaitu kemampuan memformulasikan masalah sehingga solusinya dapat diproses secara komputasional, termasuk dekomposisi, perancangan algoritma, dan evaluasi solusi (Shute et al., 2017; Wing, 2006). Sementara itu, berpikir kritis kerap dirumuskan sebagai penilaian beralasan untuk memutuskan apa yang diyakini (Utami et al., 2019) dan dalam konteks matematika, berpikir kritis meliputi menganalisis asumsi, menafsirkan bukti, serta menyusun inferensi (Nuryanti, 2018).

Literasi algoritmik, termasuk dalam kompetensi Computational Thinking (CT), mencakup kemampuan merumuskan langkah-langkah prosedural/algoritma, mengevaluasi efisiensi dan ketepatan, serta memodelkan proses komputasional. Wing (Denning & Tedre, 2019)

menegaskan CT sebagai cara berpikir yang berlandaskan kekuatan dan batasan proses komputasi dan relevan lintas disiplin, sementara Weintrop dkk. (Weintrop et al., 2016) memformalisasi CT untuk matematika ke dalam taksonomi data practices, modeling & simulation, computational problem-solving, systems thinking. Hal ini sesuai dengan materi dalam Metode Numerik. Dengan demikian, target literasi algoritmik pada topik metode akar merupakan hal penting dan strategis untuk calon guru.

Di kelas Metode Numerik, mahasiswa sering dihadapkan pada situasi kesalahan penentuan posisi awal selang untuk iterasi, Newton yang buruk, turunan mendekati nol, osilasi iterasi, atau bracketing yang tidak valid. Dengan kata lain, “produk akhir yang benar” tidak cukup untuk menggambarkan keberhasilan belajar; yang perlu dilihat adalah “bagaimana” mereka merancang langkah, memantau bukti, dan memutuskannya (Burden & Faires, 2011). Di sinilah pentingnya penelitian kualitatif menjadi tepat, karena menempatkan proses pengambilan keputusan sebagai fokus utama, bukan sekadar jawaban numerik.

Kajian pustaka yang tersedia luas membahas kemampuan abad-21 atau 4C dan keterampilan komputasional, tetapi jarang menelisik proses pengambilan keputusan numerik secara rinci, terlebih di konteks akar non-linear. Literatur nasional yang berfokus pada perguruan tinggi juga relatif sedikit. Oleh karena itu, tinjauan ini menyintesis artikel untuk (i) memetakan posisi literasi algoritmik & berpikir kritis, (ii) mengidentifikasi celah kajian, dan (iii) memberi rekomendasi arah penelitian.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan kajian ini yaitu untuk memetakan penelitian pendidikan matematika sehingga terlihat ruang kebaruan bagi studi selanjutnya. Dalam kajian ini, pertanyaan utama yaitu sejauh mana literatur mengkaji literasi algoritmik dan berpikir kritis dalam konteks akar non-linear? Dan kesenjangan apa yang menonjol, serta arah riset apa yang paling tepat? Hal ini bertujuan untuk menemukan pola gab dan rekomendasi penelitian lanjutan.

B. Metode Penelitian

Desain kajian dan pelaporan kajian ini menggunakan pendekatan naratif–integratif untuk menggabungkan temuan dari beragam desain riset (kualitatif, kuantitatif, campuran, dan review) ke dalam sintesis tematik yang fokus pada dua konstruk: literasi algoritmik dan berpikir kritis pada konteks strategi penyelesaian akar non-linear (Snyder, 2019; Whittemore & Knafl, 2005). Pelaporan mengikuti prinsip transparansi PRISMA 2020 secara proporsional untuk kajian naratif (Page et al., 2021).

Kerangka penyaringan SPIDER (Cooke et al., 2012), yaitu S (*Sample*) yaitu peserta didik (sekolah/ perguruan tinggi); PI (*Phenomenon of Interest*) yaitu pembelajaran/ penyelesaian masalah matematika; fokus khusus akar non-linear dan/ atau proses algoritmik. D (*Design*) berupa kualitatif, kuantitatif, kuasi, campuran, atau review. E (*Evaluation*) dengan filter 4C/berpikir kritis; literasi algoritmik eksplisit/implisit. Dan R (*Research type*) yaitu artikel peer-review (jurnal/prosiding).

Proses seleksi studi (PRISMA 2020), meliputi:

- 1) Identifikasi (*Identification*), dengan mengidentifikasi sumber rekam jejak, rentang dan Bahasa, jenis dokumen, dan kueri inti untuk mendapatkan korpus inti.
- 2) Deduplikasi (*De-duplication*), dengan memperhatikan urutan cek duplikat DOI, judul yang persis, judul mirip (*fuzzy match* $\geq 0,90$). Aturan versi prosiding dan jurnal dari studi yang sama, dan catatan audit.
- 3) Screening judul dan abstrak (*Title/Abstract Screening*), dengan checklist inklusi–eksklusi. Kriteria inklusi yaitu topik pendidikan (matematika/komputasi); menyentuh 4C/berpikir kritis/CT/literasi algoritmik; jenjang sekolah atau perguruan tinggi; peer-review; teks penuh tersedia. Kriteria eksklusi yaitu teknis murni tanpa dimensi pembelajaran; editorial/opini; tidak relevan; duplikasi.
- 4) Kelayakan naskah penuh (*Full-text Eligibility*), berdasarkan akses naskah yaitu diunduh dari penerbit/repository, sesuai dengan definisi operasional saat menilai kelayakan, literasi algoritmik eksplisit hanya

jika artikel menyebut salah satu indikator literasi algoritmik dengan jelas, berpikir kritis termasuk layak jika membahas penalarannya.

5) Inklusi (*Included*) menghasilkan korpus inti dengan sintesis deskriptif & tematik.

6) Pelaporan PRISMA

Kajian literatur dilakukan terhadap 112 artikel. Untuk perluasan, protokol penelusuran kami dokumentasikan yang berdasarkan Basis data (Scopus, Web of Science, ERIC, DOAJ, Google Scholar), Kata kunci (“root-finding” OR “nonlinear root*” OR “bisection” OR “regula falsi” OR “Newton-Raphson”) AND (“algorithmic literacy” OR pseudocode OR “stopping criterion” OR “switching rule” OR “computational thinking”) AND (education OR “numerical method*”). Indonesia (“akar non-linear” OR “metode numerik”) AND (“literasi algoritmik” OR pseudocode OR “kriteria henti” OR “aturan switching”). Penelusuran berdasarkan rentang tahun 2010–2025, dengan bahasa Inggris & Indonesia, dan *Snowballing (backward/forward citation pada artikel kunci)*. Seleksi dilakukan dua tahap yaitu screening judul dan abstrak, lalu membaca secara penuh seluruh artikel.

Strategi sintesis berupa sintesis dua lapis yaitu deskriptif kuantitatif (frekuensi/proporsi) untuk porsi studi PT, keberadaan literasi algoritmik eksplisit, konteks akar non-linear, dan pola keterbatasan. Dan tematik naratif (Braun & Clarke, 2006) yaitu familiarisasi → kode awal → tema lintas-studi → peninjauan → penamaan. Tema tujuan yaitu literasi algoritmik implisit, produk dibandingkan dengan proses, kekosongan domain akar non-linear, keterbatasan asesmen proses.

C. Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil seleksi kajian artikel sesuai dengan analisis PRISMA, diperoleh:

1. Identifikasi (*Identification*)

- a. Sumber rekam jejak: (a) artikel yang diunggah peneliti (korpus awal), (b) penelusuran terbatas di Scopus, Web of Science (*Core Collection*),

ERIC, DOAJ, Google Scholar, dan (c) snowballing maju–mundur dari artikel kunci.

- b. Rentang waktu yaitu tahun 2010–2025; dengan Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris.
- c. Jenis dokumen berupa artikel jurnal dan prosiding peer-review (*grey literature*/tesis dikecualikan).
- d. Kueri inti berupa *root-finding/nonlinear roots/bisection/regula falsi/Newton-Raphson AND algorithmic literacy/ pseudocode/ stopping criterion/switching rule/computational thinking AND (education/numerical methods/mathematics education)*, dan Indonesia: “akar non linear/akar non-linear/metode numerik” AND “literasi algoritmik/pseudocode/kriteria henti/aturan switching/berpikir kritis” AND pendidikan/pendidikan matematika.
- e. Pengelolaan referensi: seluruh rekaman diekspor (RIS/CSV) kemudian dikelola di Zotero/EndNote, lalu spreadsheet ekstraksi (ID unik per rekaman).

2. Deduplikasi (*De-duplication*)

- a. Urutan cek duplikat: (1) DOI persis, (2) judul-persis (normalisasi huruf/Unicode), (3) judul mirip (*fuzzy match* $\geq 0,90$) + penulis dan tahun.
- b. Aturan versi: jika ada versi prosiding dan jurnal dari studi yang sama, dipertahankan versi jurnal yang lebih lengkap, kemudian catat hubungan keduanya.
- c. Catatan audit: jumlah duplikat dan kriteria penghapusan dicatat pada log deduplikasi.

3. Screening judul–abstrak (*Title/Abstract Screening*)

- a. Alat dan form: *checklist* inklusi–eksklusi.
- b. Kriteria inklusi: topik pendidikan (matematika/komputasi); menyentuh 4C/berpikir kritis/CT/literasi algoritmik; jenjang sekolah atau perguruan tinggi; peer-review; teks penuh tersedia.
- c. Kriteria eksklusi: teknis murni tanpa dimensi pembelajaran; editorial/opini; tidak relevan; duplikasi.

- d. Penelaah ganda: dua penelaah independen menyaring $\geq 25-30\%$ sampel awal untuk kalibrasi; target Cohen's $\kappa \geq 0,70$. Jika terjadi selisih maka dilakukan diskusi.
 - e. Prinsip konservatif: rekaman meragukan pada tahap ini dimasukkan ke tahap membaca secara penuh.
4. Kelayakan naskah penuh (*Full-text Eligibility*)
- a. Akses naskah: unduh dari penerbit/repository; terjemahkan ringkas bila perlu.
 - b. Definisi operasional (kunci) saat menilai kelayakan: Literasi algoritmik eksplisit untuk menelaah indikator literasi algoritmik: pseudocode/flowchart, kriteria henti ($|f(x)|$, $|\Delta x|$, lebar interval, max_iter), aturan switching antar-metode. Berpikir kritis yang terkait dengan proses, mengkaji indikator yang terkait dengan jejak penalaran (think-aloud, rekam layar, log keputusan, kutipan yang menautkan bukti atau aksi).
 - c. Alasan eksklusi terdokumentasi yaitu: (1) Non-education/di luar ranah pendidikan, (2) Teknis murni (tanpa dimensi pembelajaran), (3) Bukan peer-review, (4) Tidak ada teks penuh, (5) Tidak relevan dengan 4C/BK/CT/LA, (6) Duplikasi/versi ringkas dari artikel yang sudah ada, (7) Kriteria operasional tidak terpenuhi (mis. menyebut “komputasi” tetapi tanpa indikator algoritmik eksplisit).
 - d. Resolusi konflik: perbedaan keputusan antar-penelaah diselesaikan lewat diskusi mengacu ke definisi operasional, keputusan akhir dan alasan dicatat.
- 5 Inklusi (*Included*)
- a. Korpus akhir: 37 artikel (30 internasional; 7 nasional) masuk sintesis deskriptif & tematik.
 - b. Catatan penting: penilaian mutu tidak digunakan untuk membuang studi, melainkan untuk mensensitisasi interpretasi saat sintesis.

6 Pelaporan PRISMA

Diagram alur PRISMA 2020 dengan jumlah pada tiap tahap (identifikasi → deduplikasi → *screening* → kelayakan → inklusi) lebih detail dipaparkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alur PRISMA

Tahap PRISMA	n	Keterangan singkat
Rekaman teridentifikasi (unggahannya peneliti + penelusuran terbatas + snowballing)	112	Total awal sebelum deduplikasi
Duplikat dihapus	14	DOI/judul sama, versi prosiding vs jurnal
Rekaman untuk screening judul–abstrak	98	112 – 14
Dikeluarkan pada screening judul–abstrak	41	Di luar pendidikan/teknis murni/tidak relevan
Teks penuh dinilai kelayakannya	57	98 – 41
Teks penuh dieksklusi (dengan alasan)	20	Rinciannya pada tabel di bawah
Studi yang disertakan dalam sintesis (korpus inti)	37	57 – 20

Tabel 2 menunjukkan alasan eksklusi pada tahap baca-penuh (kategori dan n).

Tabel 2. Alasan Eksklusi

Alasan eksklusi (Full-text)	Kode	n
Non-education / di luar ranah pendidikan	E1	2
Teknis murni (tanpa dimensi pembelajaran)	E2	6
Bukan peer-review (editorial/opini)	E3	2
Teks penuh tidak tersedia	E4	2
Tidak relevan dengan 4C/BK/CT/LA	E5	4
Duplikasi/versi ringkas dari studi yang sama	E6	1
Kriteria operasional tidak terpenuhi*	E7	3
Total eksklusi teks penuh		20

*Kriteria operasional tidak terpenuhi = menyebut “komputasi/pemodelan” tetapi tidak menampilkan indikator literasi algoritmik secara eksplisit

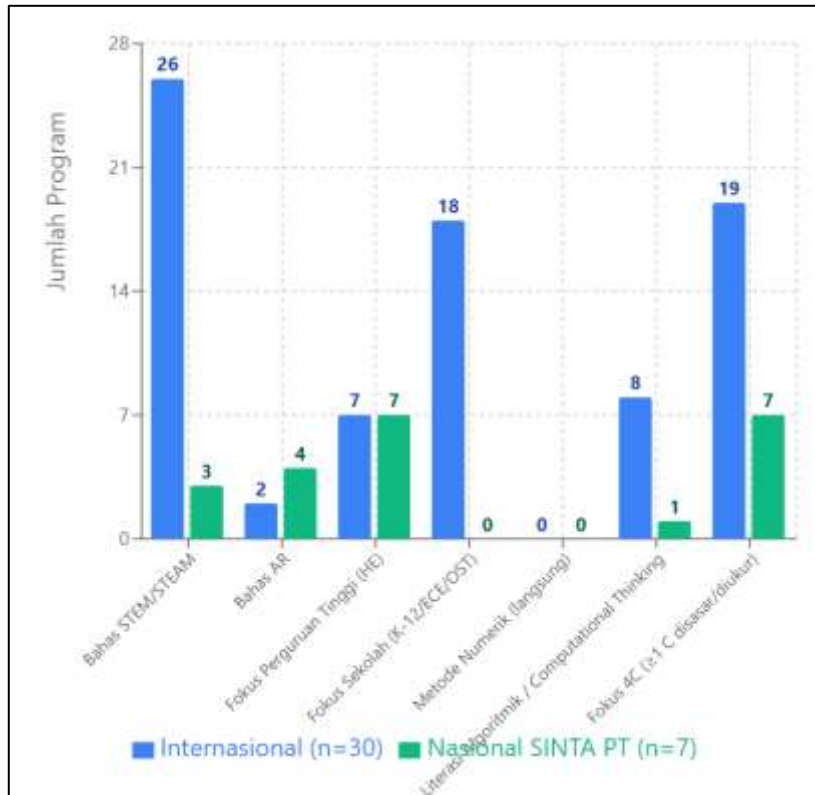


Diagram 1. Distribusi Kajian Artikel

Berdasarkan Diagram 1, hasil temuan dan hasil kajian beberapa artikel jurnal penelitian maupun artikel jurnal hasil literatur review atau meta analisis yang terkait dengan kemampuan 4C, Berpikir Komputasi (CT), Pembelajaran Science (Sains), Technology (Teknologi), Engineering (Teknik/Rekayasa), dan Mathematics (Matematika) (STEM), Literasi Algoritmik, diperoleh karakteristik umum studi yaitu

1. Jumlah studi sebanyak 37 artikel (30 internasional dan 7 nasional).
2. Jenjang: 14/37 (37,8%) fokus pada perguruan tinggi; sisanya sekolah/umum.
3. Fokus 4C: 26/37 (70,3%) menilai lebih dari satu komponen dalam 4C.
4. Literasi algoritmik (eksplisit): 9/37 (24,3%) membahasnya secara eksplisit.
5. Konteks akar non-linear sebagai domain utama: 0/37 (tidak ada).

Kajian tersebut secara detail dipaparkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan frekuensi karakteristik utama (n = 37)

Dimensi	Ya (n)	Ya (%)	Keterangan ringkas
Fokus perguruan tinggi	14	37.8	Sisanya sekolah/umum
Menilai lebih dari satu komponen dalam 4C	26	70.3	Kreativitas, komunikasi, kolaborasi, berpikir kritis
Literasi algoritmik eksplisit	9	24.3	Menyebut indikator algoritmik secara jelas
Akar non-linear sebagai konteks utama	0	0.0	Tidak ditemukan

Terkait indikator secara rinci, posisi literasi algoritmik yaitu dari 9 studi yang eksplisit mengulas literasi algoritmik, kemunculan indikatornya tumpang tindih (satu studi bisa memuat lebih dari satu indikator). Indikator berdasarkan kajian literatur terdiri dari (1) Pseudocode/flowchart muncul pada 8 studi, (2) Kriteria henti (mis. $|f(x)|$, $|\Delta x|$, lebar interval, max_iter) pada 6 studi, dan (3) Aturan switching antar-metode pada 3 studi. Proporsi indikator tersebut terlihat secara detail dalam Tabel 4.

Tabel 4. Indikator literasi algoritmik pada 9 studi eksplisit

Indikator	Jumlah studi (n)	Proporsi dari 9 eksplisit
Pseudocode/flowchart jelas dan lengkap	8	88.9%
Kriteria henti disebut eksplisit	6	66.7%
Aturan switching didefinisikan	3	33.3%

Adapun temuan kunci yaitu pada mayoritas dari 37 studi, literasi algoritmik hadir implisit, seperti disinggung sebagai

“pemodelan/komputasi”, tanpa menjadi objek asesmen yang jelas, dalam kajian ini, rubrik atau indikator belum spesifik.

Pada posisi “berpikir kritis”, penilaian sebagai produk (skor akhir, kuesioner sikap/penilaian diri) mendominasi. Penilaian sebagai proses (merekam penalaran, memilih metode, menyetel parameter, memantau bukti, memutuskan stop/switch, menjustifikasi) jarang. Maka berdasarkan kajian beberapa artikel ini, terlihat bahwa, sulit menelusuri mekanisme “bagaimana” keputusan algoritmik dibuat, bukan hanya “seberapa baik” hasil akhirnya.

Salah satu gap besar dari kajian literatur ini yaitu kekosongan domain akar non-linear. Tidak ada studi yang secara khusus memakai strategi penyelesaian akar non-linear (metode bagi dua, Regula Palsu, Newton–Raphson) sebagai konteks utama untuk memprofilkan literasi algoritmik & berpikir kritis. Sebagian kajian menyentuh topik numerik secara umum, namun tanpa menelusuri algoritmik yang khas pada domain akar.

Empat pola keterbatasan paling sering muncul yaitu sampel kecil sebanyak 15/37 (40,5%), konteks terbatas (*single-site*/satu kelas) sebanyak 12/37 (32,4%), konseptual tanpa uji empiris proses sebanyak 11/37 (29,7%), asesmen proses dangkal/self-report sebanyak 9/37 (24,3%), terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Keterbatasan umum dan implikasinya

Keterbatasan	n/37	Dampak terhadap bukti	Implikasi untuk riset lanjutan
Sampel kecil/pilot	15	Kekuatan temuan terbatas	Perlu desain mendalam (kualitatif) dengan thick description
Konteks terbatas	12	Transferabilitas rendah	<i>Cross-case</i> antar kelas/institusi kecil
Konseptual tanpa uji proses	11	Sulit menangkap mekanisme	Perlunya pengumpulan data penilaian proses (<i>think-aloud</i> , artefak, rekam layar)
Asesmen proses minim	9	Fokus ke produk saja	Bangun rubrik proses (<i>pseudocode</i> , henti, <i>switching</i>)

Hasil tema sintesis (naratif) yaitu Tema 1 Literasi algoritmik implisit. Studi sering berhenti pada “melakukan pemodelan/komputasi” tanpa memerinci bagaimana mahasiswa menulis pseudocode, menetapkan kriteria henti, atau aturan switching, maka dosen sulit memberikan umpan balik pada kemampuan algoritmik. Tema 2 Berpikir kritis dinilai sebagai produk, bukan proses, instrumen cenderung menyajikan skor akhir, sehingga penalaran tidak terdokumentasi, maka mekanisme pengambilan keputusan numerik tetap buram. Tema 3 Kekosongan konteks akar non-linear, belum ada yang memanfaatkan trade-off khas akar non-linear untuk memprofilkan dua kompetensi target, maka peluang kebaruan sangat terbuka di domain ini. Tema 4 Kerapuhan asesmen proses, minimnya think-aloud, artefak langkah-demi-langkah, atau rekam layar menghambat penelusuran jejak keputusan, maka diperlukan penguatan instrumen proses (rubrik, log keputusan).

Pembahasan

Kajian atau studi ini menampilkan tiga pola utama yaitu (1) Literasi algoritmik jarang dieksplisitkan, hanya sebanyak 9 dari 37 artikel (24,3%) studi yang secara jelas menilai pseudocode, kriteria henti, atau aturan switching. Akibatnya, kemampuan algoritmik sering diperlakukan bukan sebagai objek asesmen yang terukur. (2) Berpikir kritis lebih sering dinilai sebagai produk, bukan proses. Mayoritas studi hanya berfokus dan menilai pada skor tugas/tes atau kuesioner, sehingga mekanisme pengambilan keputusan (membaca residual/galat, memutuskan stop atau switch) tetap tersembunyi, padahal sebaiknya ada penilaian mendalam (Ennis, 2011; Facione, 1990). (3) Kekosongan konteks solusi akar non-linear, yang menjadi gap utama, padahal domain ini secara inheren memaksa mahasiswa menegosiasikan jaminan konvergensi (*bracketing*) dibanding kecepatan (Newton–Raphson), serta menetapkan toleransi yang bermakna (Burden & Faires, 2011). Materi solusi akar non-linear merupakan konsep mendasar yang penting dalam pembelajaran metode numerik, jika pondasi materi ini kurang kuat maka akan berdampak pada materi selanjutnya. Dan perlu adanya kemampuan literasi algoritmik dalam pembelajaran solusi akar non-linear karena dalam pembelajaran berdampak, masalah kontekstual terkait solusi

akar non-linear sudah termasuk masalah kompleks dan tidak sederhana, yang sudah sulit jika hanya dianalisis secara manual tanpa bantuan aplikasi atau software tertentu, dan hal ini membutuhkan penguasaan kemampuan literasi algoritmik.

Secara substantif, pola-pola ini sejalan dengan kerangka *computational thinking* (Shute et al., 2017; Wing, 2006), yang menekankan perancangan algoritma dan evaluasi solusi. Namun, literatur yang ada belum menurunkan kerangka itu menjadi indikator proses yang operasional untuk perkuliahan Metode Numerik di perguruan tinggi (hanya 14 dari 37 artikel atau 37,8%).

Berdasarkan kontribusi konseptual, sintesis menunjukkan perlunya fokus studi pada kemampuan literasi algoritmik, yakni bagaimana mahasiswa menuliskan prosedur yang benar dan dapat dieksekusi (kualitas *pseudocode/flowchart*), menetapkan kapan cukup (kriteria henti berbasis $|f(x)|$, $|\Delta x|$, lebar interval, max_iter), dan menentukan kapan ganti strategi (aturan *switching* dari/ke Newton, Biseksi, Regula Falsi) berdasarkan bukti numerik (tren galat, turunan kecil, osilasi).

Dalam kerangka ini, berpikir kritis berfungsi sebagai mesin evaluasi bukti yang menggerakkan keputusan algoritmik. Fokus ini kompatibel dengan tujuan kajian yaitu memindahkan fokus dari produk ke proses serta menyediakan bahasa kerja yang bisa dinilai di kelas.

Karena kekosongan terletak pada mekanisme proses, penelitian lebih lanjut sebaiknya merupakan penelitian kualitatif dan berorientasi proses. Dua opsi yang paling sesuai yaitu *Constructivist Grounded Theory* (CGT) (Charmaz, 2014), membangun kategori inti dari data penilaian proses dan wawancara, dengan *constant comparison* untuk menemukan strategi pembelajaran yang optimal. Kualitatif deskriptif–eksploratif (Braun & Clarke, 2006; Merriam & Tisdell, 2016) dapat berupa memprofilkan 4 subjek (2 tinggi dan 2 rendah) untuk memetakan indikator *pseudocode–henti–switching* dan penalaran sebagai studi awal, dengan judul “Profil Literasi Algoritmik dan Berpikir Kritis dalam Strategi Penyelesaian Akar Non-Linear”. Kedua pilihan ini langsung menjawab keterbatasan lazim pada

korpus yaitu sampel kecil, konteks tunggal, asesmen proses minim, dengan kajian mendalam dan bukti proses yang terlacak.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka kesimpulan pada penelitian ini yaitu,

1. Literatur yang ditelaah (dari 112 artikel kemudian diseleksi menjadi 37 artikel) menunjukkan minimnya eksplorasi proses literasi algoritmik dan berpikir kritis pada konteks solusi akar non-linear, padahal domain ini penting dalam pembelajaran dan ketiga komponen memiliki keterkaitan erat.
2. Riset kualitatif yang mengkaji proses penalaran layak diprioritaskan untuk menghasilkan model/desain yang relevan bagi pembelajaran Metode Numerik di perguruan tinggi.
3. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian yang berjudul “Profil Literasi Algoritmik dan Berpikir Kritis dalam Strategi Penyelesaian Akar Non-Linear” dipandang sebagai penelitian yang potensial untuk mengkaji lebih dalam proses penalaran yang terjadi, sehingga dapat menjadi rekomendasi untuk desain pembelajaran yang efektif di perguruan tinggi.

Daftar Pustaka

- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Burden, R. L., & Faires, J. D. (2011). *Numerical Analysis* (9th ed.). Brooks/Cole Cengage Learning.
- Charmaz, K. (2014). *Constructing Grounded Theory* (2nd ed.). Sage.
- Cooke, A., Smith, D., & Booth, A. (2012). Beyond PICO: The SPIDER tool for qualitative evidence synthesis. *Qualitative Health Research*, 22(10), 1435–1443.
- Denning, P. J., & Tedre, M. (2019). Computational Thinking. *Computational Thinking*, 49(3), 33–35.
<https://doi.org/10.7551/mitpress/11740.001.0001>

- Ennis, R. H. (2011). *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*.
- Facione, P. A. (1990). *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction (The Delphi Report)*.
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2016). *Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation* (4th ed.). Jossey-Bass.
- Nuryanti, L. S. Z. M. D. (2018). No Title. *Jurnal Pendidikan*, 3(2), 155–158. http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:GPjPrcJMquUJ:scholar.google.com/+Analisis+Kemampuan+Berpikir+Kritis+Siswa+SM&hl=id&as_sdt=0,5
- OECD. (2023). PISA 2022 Results. In *Factsheets: Vol. I*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2022-results-volume-i_53f23881-en%0Ahttps://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/country-notes/germany-1a2cf137/
- OECD 2023. (2022). PISA PISA 2022 Results Malaysia. *Journal Pendidikan*, 10. <https://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/country-notes/malaysia-1dbe2061/>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., & others. (2021). The PRISMA 2020 statement. *BMJ*, 372, n71.
- Reserved, A. R. (2021). *21st Century Learning*. 19–33. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4102-9.ch002>
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying Computational Thinking. *Educational Research Review*, 22, 74–100.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339.
- Utami, B., Probosari, R. M., Saputro, S., Ashadi, & Masykuri, M. (2019). Empowering critical thinking skills with problem solving in higher education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/3/032047>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, & Al, M. et. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 127–147. https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-015-9581-5?utm_source=chatgpt.com#citeas
- Whittemore, R., & Knafl, K. (2005). The integrative review: Updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, 52(5), 546–553.

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.