

# Integrating Computational Thinking into Numerical Methods Course: A Case Study on Root-Finding Using Bisection, Secant, and False Position Methods

Damar Rais<sup>1</sup>, Nurfaida Tasni<sup>2</sup>, Danial<sup>3</sup>, Muhammad Kashif<sup>4</sup>

Mathematics Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences Universitas Negeri Makassar<sup>1,2,3</sup>

Mathematics Department, The Islamia University Bahawalpur, Bahawalpur, Pakistan

[damar.rais@unm.ac.id](mailto:damar.rais@unm.ac.id)<sup>1</sup>, [nurfaida.tasni@unm.ac.id](mailto:nurfaida.tasni@unm.ac.id)<sup>2</sup>, [danial@unm.ac.id](mailto:danial@unm.ac.id)<sup>3</sup>,  
[muhammadvkashif1265@gmail.com](mailto:muhammadvkashif1265@gmail.com)

Corresponding Author: Damar Rais Email: [damar.rais@unm.ac.id](mailto:damar.rais@unm.ac.id)

## ABSTRACT

Integrasi *Computational Thinking* (CT) ke dalam mata kuliah kuantitatif seperti Metode Numerik masih terbatas, padahal kemampuan ini sangat esensial bagi mahasiswa di era digital. Penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan dan mengevaluasi kemampuan CT mahasiswa dalam konteks pencarian akar persamaan nonlinier menggunakan metode bagi dua (*bisection*), posisi palsu (*false position*), dan secan (*secant*). Subjek penelitian adalah 43 mahasiswa semester empat yang mengambil mata kuliah Metode Numerik. Penelitian menggunakan pendekatan metode campuran dengan desain *explanatory sequential design*. Instrumen tes CT yang dikembangkan memiliki validitas isi yang baik ( $V\text{-Aiken} = 0,84$ ) dan reliabilitas tinggi (koefisien Spearman-Brown = 0,89). Data dianalisis secara statistik deskriptif dan inferensial (uji Friedman, Wilcoxon, korelasi Spearman) serta analisis kualitatif melalui wawancara dan observasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode bagi dua menghasilkan skor CT tertinggi (mean 78,6), diikuti metode posisi palsu (71,8), dan metode secan (65,4). Perbedaan antar metode signifikan ( $\chi^2 = 31,45$ ;  $p < 0,001$ ). Analisis kluster mengidentifikasi tiga profil CT mahasiswa: Unggul (27,9%), Fungsional (53,5%), dan Terbatas (18,6%). Metode bagi dua paling kuat mengaktifkan dekomposisi dan algoritma; metode secan menantang pengenalan pola dan abstraksi; metode posisi palsu menawarkan profil seimbang. Temuan ini mengonfirmasi bahwa ketiga metode numerik dapat menjadi wahana pengembangan CT dengan karakteristik yang berbeda. Implikasi penelitian ini adalah rekomendasi model pembelajaran bertahap tiga fase untuk mengintegrasikan CT secara sistematis dalam kurikulum Metode Numerik.

## KEYWORDS

*Computational Thinking*, Metode Numerik, Metode Bagi Dua, Metode Secan, Metode Posisi Palsu

## ARTICLE DOI:

<https://doi.org/10.53696/venn.v5i3.455>

## A. Pendahuluan

Pemikiran komputasional (CT) telah muncul sebagai kompetensi dasar yang sangat penting, terutama di era digital yang ditandai dengan kemajuan teknologi informasi yang pesat dan kompleksitas masalah ilmiah. Konsep CT awalnya terbatas pada bidang ilmu komputer, namun seiring berjalannya waktu, CT meresap secara signifikan ke berbagai disiplin ilmu lainnya, termasuk pendidikan matematika dan sains. (Wing, 2006) dalam artikelnya mendefinisikan CT sebagai sekumpulan sikap dan keterampilan dalam pemecahan masalah yang menggunakan konsep-konsep inti dari ilmu komputer, seperti dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan pemikiran algoritmik. Definisi ini kemudian diperluas dan lebih operasional oleh sejumlah peneliti lainnya yang menekankan bahwa CT tidak hanya berkaitan dengan pemrograman, tetapi lebih kepada cara berpikir secara logis,

sistematis, dan struktural untuk menyelesaikan masalah dalam berbagai bidang ([Denning & Tedre, 2019](#)).

Pentingnya CT ini tercermin dalam berbagai inisiatif pendidikan global, di mana banyak negara mulai mengintegrasikan CT ke dalam kurikulum nasional mereka, terutama di tingkat pendidikan dasar dan menengah ([Bocconi, Chiocciariello, & Earp, 2018](#)). Namun, pada tingkat pendidikan tinggi, terutama dalam mata kuliah yang berfokus pada metode kuantitatif dan analitis, seperti metode numerik, integrasi CT masih terbatas dan membutuhkan eksplorasi lebih lanjut ([Sumarno et al., 2025](#)). Studi bibliometrik terbaru menunjukkan bahwa penelitian tentang integrasi CT dalam pendidikan matematika telah mengalami pertumbuhan pesat, dengan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 23,11% selama dekade terakhir ([Sumarno et al., 2025](#)). Analisis ini menyoroti topik-topik utama seperti "CT dan pendidikan STEM," "pembelajaran berbasis proyek," dan "pengembangan kurikulum," yang menunjukkan pergeseran menuju pendekatan interdisipliner yang berfokus pada siswa ([Sumarno et al., 2025](#)).

Namun, meskipun penggunaan istilah "pemikiran komputasional" sudah meluas, hubungannya dengan "pendidikan matematika" masih terbilang lemah, yang menunjukkan bahwa integrasi kedua domain ini masih belum optimal. Sebagian besar studi yang ada cenderung fokus pada tingkat K-12, sementara studi empiris di tingkat universitas, khususnya dalam mata kuliah lanjutan seperti metode numerik, masih jarang ditemukan ([Taufik & Susanti, 2024](#)). Hal ini menjadi perhatian besar, mengingat metode numerik secara inheren mengandung elemen-elemen CT seperti algoritma, iterasi, dan analisis kesalahan ([Taslibeyaz et al., 2020](#)). Pergeseran dari mengajarkan konten matematika menuju pengembangan pemikiran komputasional merupakan tantangan pedagogis yang kompleks. Sebuah studi oleh ([Salinas et al., 2024](#)) mengungkapkan bahwa integrasi CT dalam kalkulus numerik untuk mahasiswa teknik bisa menjadi pendekatan baru untuk memperkenalkan materi numerik yang juga mendorong pemikiran logis dan terstruktur. Namun, penelitian mereka juga menunjukkan perlunya keseimbangan antara fokus pada prinsip-prinsip CT dan teknik matematika tradisional ([Salinas et al., 2024](#)). Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh ([Taufik & Susanti, 2024](#)), yang menguji penerapan CT dalam pemecahan masalah numerik dengan perangkat lunak komputer. Studi tersebut mengamati proses pembelajaran mahasiswa dan menguji keterampilan CT mereka dalam konteks pencarian akar menggunakan metode Newton-Raphson. Hasilnya menunjukkan bahwa meskipun mahasiswa dapat menggunakan perangkat lunak, kemampuan mereka untuk mengabstraksi masalah dan merancang algoritma yang efisien masih membutuhkan banyak perbaikan ([Taufik & Susanti, 2024](#)).

Dalam rangka menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, berbagai kerangka pedagogis telah dikembangkan. Salah satu pendekatan yang paling menonjol adalah model "*Use-Modify-Create*" (UMC). Pendekatan UMC, yang dieksplorasi oleh beberapa peneliti ([Lee et al., 2011](#); [Waterman et al., 2020](#)), memberikan jalur bertahap bagi siswa untuk terlibat dengan konsep-konsep komputasi: dimulai dengan menggunakan kode yang ada, kemudian memodifikasinya untuk memahami bagaimana cara kerjanya, dan akhirnya menciptakan solusi baru secara mandiri. Pendekatan ini terbukti efektif dalam mendukung pemecahan masalah siswa dalam matematika melalui CT dan pemrograman ([Çakiroğlu & Çevik, 2022](#); [Hadjerrouit & Hansen, 2024](#)). Studi lainnya oleh ([Le, 2026](#)) mengeksplorasi potensi aktivitas pemecahan masalah algoritmik "unplugged" untuk mendorong pemikiran komputasional dan matematika. Temuan ini memberikan dasar yang kuat bahwa CT dapat diajarkan dan dikembangkan secara efektif melalui aktivitas yang terstruktur baik menggunakan alat digital maupun non-digital.

Selain itu, integrasi CT dalam pendidikan tinggi juga didorong oleh kemajuan dalam teknologi pembelajaran. Penggunaan template pemrograman interaktif seperti MATLAB Live Scripts dan

Jupyter Notebook telah menunjukkan potensi besar dalam membantu siswa memvisualisasikan dan memahami algoritma numerik ([Ford Versypt et al., 2024](#)). Sebagai contoh, proyek desain botol dalam mata kuliah Analisis Numerik mengharuskan mahasiswa untuk mengimplementasikan metode numerik dalam MATLAB untuk merancang dan mencetak 3D botol ([Ford Versypt et al., 2024](#)). Proyek semacam ini secara alami memaksa siswa untuk berpikir secara komputasional karena mereka harus mengubah masalah desain dunia nyata menjadi serangkaian langkah algoritmik yang dapat dijalankan oleh komputer. Di sisi lain, penelitian oleh ([Zama, 2024](#)) menunjukkan bahwa menggunakan makalah ilmiah untuk mengembangkan studi pemodelan dalam konteks fermentasi anggur bisa menjadi cara yang efektif untuk mengajarkan metode numerik di tingkat pascasarjana. Hal ini menunjukkan bahwa relevansi dan konteks dunia nyata adalah faktor kunci dalam meningkatkan motivasi siswa dan pemahaman mereka terhadap metode numerik serta CT yang mendasarinya.

## B. Metodologi

### 1. Research Design

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran (*mixed methods*) dengan desain *explanatory sequential design*, yang diawali dengan pengumpulan data kuantitatif melalui tes kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data kualitatif melalui wawancara dan observasi untuk memperkuat serta memperjelas temuan kuantitatif ([Weyant, 2022](#)). Desain ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian untuk mengintegrasikan dan mengevaluasi kemampuan *Computational Thinking* (CT) mahasiswa secara komprehensif, mengingat CT merupakan konstruk multidimensi yang memerlukan pengukuran baik dari aspek hasil akhir maupun proses berpikir ([Corrales-Álvarez et al., 2025](#)). Pendekatan metode campuran juga telah banyak digunakan dalam penelitian CT di pendidikan matematika untuk menangkap kompleksitas kemampuan dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan berpikir algoritmik yang tidak dapat diukur secara memadai hanya dengan instrumen kuantitatif ([Susanti et al., 2025](#); [Waterman et al., 2020](#)). Penelitian ini dikategorikan sebagai studi kasus (*case study*) karena berfokus pada satu kelas dengan jumlah subjek yang terbatas (43 mahasiswa), yang memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap kemampuan CT mahasiswa dalam konteks metode numerik yang spesifik ([Yin, 2018](#)). Desain ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menginvestigasi kemampuan CT mahasiswa ([Oktaviani et al., 2025](#); [Rodriguez et al., 2017](#)) dan dalam menyelesaikan masalah matematika melalui refleksi ([Susanti et al., 2025](#)).

### 2. Subjek dan Lokasi Penelitian

Subjek penelitian ini adalah 43 mahasiswa semester empat yang terdaftar dalam mata kuliah Metode Numerik di Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Makassar. Pemilihan subjek dilakukan dengan teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria bahwa mahasiswa telah menyelesaikan prasyarat mata kuliah Kalkulus Diferensial dan Kalkulus Integral, sehingga memiliki dasar matematis yang memadai untuk mempelajari metode pencarian akar persamaan nonlinier. Mahasiswa semester empat dipilih karena berada pada fase transisi kritis antara pembelajaran dasar matematika menuju aplikasi lanjutan, sehingga kemampuan CT mereka berada pada tahap perkembangan yang belum terlalu terspesialisasi namun sudah matang secara kognitif. Ukuran sampel sebesar 43 mahasiswa dianggap memadai untuk analisis statistik deskriptif dan inferensial dalam konteks studi kasus, sejalan dengan penelitian ([Taufik & Susanti, 2024](#)) yang melibatkan 38

mahasiswa dalam studi serupa tentang penerapan CT dalam metode numerik. Seluruh subjek diberikan penjelasan mengenai tujuan penelitian, prosedur pelaksanaan, dan jaminan kerahasiaan data sebelum memberikan persetujuan tertulis (*informed consent*) untuk berpartisipasi dalam penelitian ini.

### 3. Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan tiga instrumen utama untuk mengumpulkan data secara komprehensif, yaitu instrumen tes kemampuan CT, rubrik penilaian CT, dan pedoman observasi serta wawancara. Instrumen tes kemampuan CT dikembangkan berdasarkan empat fondasi dasar CT yang diidentifikasi oleh ([Wing, 2006](#)), yaitu dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan berpikir algoritmik, yang kemudian dioperasionalkan ke dalam soal-soal terstruktur terkait metode bagi dua (*bisection*), metode secan (*secant*), dan metode posisi palsu (*false position*). Setiap metode pencarian akar direpresentasikan dalam tiga soal dengan tingkat kompleksitas yang setara, sehingga total tes terdiri dari sembilan soal. Soal-soal dirancang untuk mengukur kemampuan mahasiswa dalam memecah masalah pencarian akar menjadi langkah-langkah kecil (dekomposisi), mengidentifikasi pola iterasi dan konvergensi (pengenalan pola), menyederhanakan informasi yang relevan dari fungsi yang diberikan (abstraksi), serta menyusun urutan langkah sistematis untuk mencapai solusi (algoritma). Validitas instrumen diuji melalui validitas isi menggunakan metode Aiken ([Aiken, 1985](#)) yang melibatkan tiga orang ahli, yaitu satu dosen ahli metode numerik, satu dosen ahli CT, dan satu praktisi pendidikan matematika. Hasil validitas isi menunjukkan nilai rata-rata V-Aiken sebesar 0,84, yang mengindikasikan bahwa instrumen memiliki validitas isi yang baik. Reliabilitas instrumen diuji dengan metode *split-half* menggunakan formula Spearman-Brown ([Cohen et al., 2017](#)), menghasilkan koefisien reliabilitas sebesar 0,89 yang termasuk dalam kategori tinggi. Prosedur pengembangan instrumen ini mengikuti model yang diusulkan oleh ([Zafrullah et al., 2024](#)) dalam pengembangan instrumen literasi numerasi berbasis CT, serta model yang diterapkan oleh peneliti sebelumnya dalam pengembangan instrumen tes CT untuk pendidikan fisika yang menghasilkan 14 item valid dengan nilai reliabilitas Cronbach Alpha 0,94.

Rubrik penilaian CT dikembangkan untuk mengukur tingkat kemampuan CT mahasiswa pada setiap soal yang diberikan. Rubrik ini mengadaptasi kerangka yang diusulkan oleh ([Çakiroğlu & Çevik, 2022](#)) untuk mengukur abstraksi sebagai sub-keterampilan CT, serta rubrik yang dikembangkan oleh penelitian sebelumnya untuk mengukur kompetensi CT dalam konteks pendidikan tinggi ([Corrales-Álvarez et al., 2025](#)). Rubrik terdiri dari empat dimensi yang sesuai dengan empat fondasi CT, dengan setiap dimensi memiliki tiga tingkat kemampuan (rendah, sedang, tinggi) yang dijabarkan dalam deskriptor perilaku spesifik. Sebagai contoh, untuk dimensi dekomposisi, tingkat rendah diindikasikan oleh kemampuan mahasiswa hanya mengidentifikasi satu langkah dari metode pencarian akar, tingkat sedang diindikasikan oleh kemampuan mengidentifikasi sebagian besar langkah namun masih memerlukan bantuan, dan tingkat tinggi diindikasikan oleh kemampuan menguraikan seluruh langkah secara mandiri dan sistematis. Rubrik ini telah divalidasi oleh dua orang ahli pendidikan matematika dan satu orang ahli pengukuran pendidikan, dengan hasil koefisien validitas isi sebesar 0,82 (kategori valid). Pedoman observasi dan wawancara semi-terstruktur disusun untuk menangkap proses berpikir mahasiswa secara kualitatif selama mengerjakan tes, termasuk identifikasi kesalahan, miskonsepsi, dan strategi pemecahan masalah yang digunakan. Pedoman wawancara dikembangkan berdasarkan indikator-indikator CT yang telah diidentifikasi

dalam rubrik, dan sebelumnya telah diujicobakan pada lima mahasiswa yang tidak termasuk dalam subjek penelitian untuk memastikan kejelasan dan keterbacaan pertanyaan [\(Yin, 2018\)](#).

#### 4. *Prosedur Pengumpulan Data*

Pengumpulan data dilaksanakan selama satu semester (16 minggu) pada mata kuliah Metode Numerik. Prosedur pengumpulan data terdiri dari tiga tahap utama: tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Pada tahap persiapan, instrumen tes CT divalidasi oleh para ahli dan diujicobakan pada 30 mahasiswa yang telah lulus mata kuliah Metode Numerik pada semester sebelumnya untuk mengestimasi parameter butir soal dan mengidentifikasi butir-butir yang perlu direvisi. Hasil uji coba menunjukkan bahwa dari sembilan butir soal, delapan butir memiliki tingkat kesukaran sedang dan satu butir soal memiliki tingkat kesukaran mudah, dengan daya pembeda berkisar antara 0,35 hingga 0,72, yang mengindikasikan bahwa instrumen layak digunakan [\(Cohen et al., 2018\)](#). Selanjutnya, peneliti menyusun jadwal pelaksanaan tes yang terintegrasi dengan jadwal perkuliahan reguler. Pada tahap pelaksanaan, mahasiswa diberikan pembelajaran tentang metode pencarian akar persamaan (bagi dua, secan, dan posisi palsu) selama delapan minggu dengan pendekatan pembelajaran berbasis pemecahan masalah yang dirancang untuk mengaktifkan komponen-komponen CT. Pembelajaran dilaksanakan dalam format kuliah tatap muka selama 100 menit per minggu, dilengkapi dengan kegiatan praktikum menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel untuk memfasilitasi implementasi algoritma numerik. Pada minggu kesembilan, seluruh subjek penelitian diberikan tes kemampuan CT secara individual dalam durasi 120 menit. Selama pelaksanaan tes, peneliti melakukan observasi sistematis terhadap perilaku mahasiswa, mencatat strategi yang digunakan, kesalahan yang muncul, serta waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap soal. Setelah tes selesai, peneliti memilih 12 mahasiswa secara purposif berdasarkan variasi skor tes (tinggi, sedang, rendah) untuk diwawancarai secara mendalam. Wawancara dilakukan secara individual dalam durasi 30–45 menit per mahasiswa, dengan fokus pada eksplorasi proses berpikir yang mendasari jawaban mereka, kesulitan yang dihadapi, dan refleksi tentang hubungan antara metode numerik dengan kemampuan CT. Seluruh proses wawancara direkam menggunakan perekam audio digital dengan izin tertulis dari subjek, kemudian ditranskripsikan secara verbatim untuk dianalisis lebih lanjut. Prosedur ini sejalan dengan penelitian [\(Rodriguez et al., 2017\)](#) yang menggunakan metode campuran dengan desain *explanations model* untuk menganalisis kemampuan CT mahasiswa, serta penelitian [\(Taufik & Susanti, 2024\)](#) yang melakukan observasi proses pembelajaran mahasiswa dalam konteks materi pencarian akar menggunakan metode Newton-Raphson.

#### 5. *Analisis Data*

Data yang terkumpul dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif untuk menjawab tujuan penelitian. Analisis data kuantitatif dimulai dengan analisis statistik deskriptif untuk menghitung nilai rata-rata (mean), standar deviasi (SD), skor minimum dan maksimum, serta persentase ketuntasan pada setiap metode pencarian akar dan setiap dimensi CT. Data hasil tes CT kemudian dianalisis secara komparatif untuk membandingkan kemampuan CT mahasiswa pada ketiga metode pencarian akar menggunakan uji *Friedman* (non-parametrik) karena data berpasangan dari subjek yang sama [\(Cohen et al., 2018\)](#). Jika ditemukan perbedaan yang signifikan ( $\alpha = 0,05$ ), dilanjutkan dengan uji *post-hoc* menggunakan *Wilcoxon Signed-Rank Test* dengan koreksi Bonferroni untuk

mengontrol *family-wise error rate*. Selain itu, untuk mengidentifikasi hubungan antara kemampuan CT mahasiswa dengan nilai akhir mata kuliah Metode Numerik, digunakan uji korelasi *Spearman* mengingat data tidak berdistribusi normal (berdasarkan uji *Shapiro-Wilk*,  $p < 0,05$ ). Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26.0. Temuan kuantitatif disajikan dalam bentuk tabel dan grafik batang untuk memudahkan interpretasi, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 yang menyajikan statistik deskriptif kemampuan CT pada setiap metode pencarian akar.

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### 1. Kemampuan Computational Thinking pada Metode Bagi Dua (*Bisection*)

Hasil statistik deskriptif menunjukkan bahwa kemampuan *Computational Thinking* (CT) mahasiswa pada metode bagi dua secara umum berada pada kategori sedang hingga tinggi. Dari 43 mahasiswa, nilai rata-rata kemampuan CT untuk metode bagi dua mencapai 78,6 (SD = 10,2) dari skala 0–100, dengan skor tertinggi 94 dan skor terendah 54. Distribusi skor pada Tabel 2 mengindikasikan bahwa sebanyak 27 mahasiswa (62,8%) berada pada kategori tinggi, 14 mahasiswa (32,6%) pada kategori sedang, dan hanya 2 mahasiswa (4,6%) pada kategori rendah.

**TABEL 2.** Statistik Deskriptif Kemampuan *Computational Thinkin* Metode Bagi Dua

| Dimensi CT      | Mean        | SD          | Skor Min  | Skor Maks | Kategori      |
|-----------------|-------------|-------------|-----------|-----------|---------------|
| Dekomposisi     | 82,4        | 8,7         | 62        | 96        | Tinggi        |
| Pengenalan Pola | 73,8        | 12,0        | 48        | 92        | Sedang        |
| Abstraksi       | 74,3        | 11,2        | 50        | 90        | Sedang        |
| Algoritma       | 84,1        | 7,9         | 66        | 98        | Tinggi        |
| <b>Total</b>    | <b>78,6</b> | <b>10,2</b> | <b>54</b> | <b>94</b> | <b>Tinggi</b> |

Lebih lanjut dilakukan analisis kualitatif dari wawancara dan observasi mengungkap bahwa kesalahan utama yang muncul pada metode bagi dua terletak pada aspek abstraksi, khususnya dalam menentukan fungsi kontinu pada interval awal  $[a, b]$  yang memenuhi syarat  $f(a) \times f(b) < 0$ . Sebanyak 11 dari 43 mahasiswa (25,6%) awalnya memilih interval yang tidak memenuhi syarat tersebut, sehingga proses iterasi tidak menghasilkan akar yang valid. Salah satu subjek (inisial: M07) menyatakan, “Saya hanya asal memilih  $a$  dan  $b$  tanpa mengecek tanda fungsi, padahal syaratnya harus berlawanan tanda.” Temuan ini serupa dengan hasil penelitian (Susanti et al., 2025) bahwa mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam tahap abstraksi ketika dihadapkan pada kondisi batas yang tidak eksplisit. Selain itu, dalam dimensi pengenalan pola, 8 mahasiswa (18,6%) tidak mampu mengidentifikasi pola konvergensi linear dari metode bagi dua, sehingga mereka terus melakukan iterasi hingga 20 kali tanpa menyadari bahwa tingkat ketelitian  $10^{-6}$  telah tercapai. Wawancara dengan M21 mengungkapkan, “Saya terus menghitung karena tidak tahu kapan harus berhenti. Saya pikir iterasi harus sebanyak mungkin.” Hal ini mengindikasikan perlunya penekanan lebih pada kriteria penghentian (*stopping criteria*) sebagai bagian dari pengenalan pola numerik (Salinas et al., 2024).

#### 2. Kemampuan Computational Thinking pada Metode Secan (*Secant*)

Pada metode secan, kemampuan CT mahasiswa menunjukkan pola yang berbeda secara signifikan dibandingkan dengan metode bagi dua. Nilai rata-rata total kemampuan CT untuk metode secan adalah 65,4 (SD = 14,1), dengan skor tertinggi 88 dan skor terendah 38. Sebanyak 12

mahasiswa (27,9%) berada pada kategori tinggi, 19 mahasiswa (44,2%) pada kategori sedang, dan 12 mahasiswa (27,9%) pada kategori rendah. Penurunan capaian ini cukup drastis jika dibandingkan dengan metode bagi dua (selisih rata-rata 13,2 poin).

**TABEL 3.** Statistik Deskriptif Kemampuan CT pada Metode Secan per Dimensi

| Dimensi CT      | Mean | SD   | Skor Min | Skor Maks | Kategori      |
|-----------------|------|------|----------|-----------|---------------|
| Dekomposisi     | 70,2 | 13,4 | 44       | 92        | Sedang        |
| Pengenalan Pola | 58,7 | 15,2 | 30       | 84        | Rendah        |
| Abstraksi       | 62,5 | 14,8 | 36       | 86        | Sedang        |
| Algoritma       | 70,2 | 12,9 | 42       | 90        | Sedang        |
| Total           | 65,4 | 14,1 | 38       | 88        | <b>Sedang</b> |

Analisis lebih mendalam menunjukkan bahwa dimensi yang paling terpengaruh adalah pengenalan pola, dengan rata-rata hanya 58,7 (kategori rendah). Sebanyak 23 mahasiswa (53,5%) tidak mampu memahami rumus rekursif metode secan yang membutuhkan dua tebakan awal  $x_0$  dan  $x_1$  tanpa memerlukan perubahan tanda fungsi. Kesalahan umum yang teridentifikasi dari observasi adalah mahasiswa secara keliru menerapkan logika metode bagi dua ke dalam metode secan, misalnya dengan tetap memeriksa  $f(x_0) \times f(x_1) < 0$  meskipun hal tersebut tidak disyaratkan. Subjek M15 dalam wawancara mengakui, “Saya bingung karena metode secan tidak perlu berganti tanda, tetapi saya tetap mencoba mencari interval yang berlawanan tanda seperti pada metode bagi dua. Itu membuat saya kehabisan waktu.”

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian ([Taslibeyaz et al., 2020](#)) bahwa *misconception* prosedural sering terjadi ketika mahasiswa mempelajari beberapa metode secara berurutan tanpa pemetaan konseptual yang jelas. Selain itu, dimensi abstraksi juga mengalami penurunan signifikan, terutama dalam menentukan tebakan awal yang tepat. Hanya 15 mahasiswa (34,9%) yang mampu memilih  $x_0$  dan  $x_1$  sedemikian sehingga proses iterasi konvergen dalam jumlah langkah yang wajar. Wawancara dengan (M34) yang berhasil memperoleh skor tinggi mengungkapkan strategi: “Saya menggambar dulu grafik fungsi secara kasar di kertas untuk melihat di mana akar kira-kira berada, baru saya tentukan  $x_0$  dan  $x_1$  di dekat akar tersebut.” Strategi visualisasi ini merupakan manifestasi dari kemampuan abstraksi yang baik, sebagaimana dijelaskan oleh ([Rodriguez et al., 2017](#); [Shute et al., 2017](#)) bahwa mahasiswa dengan CT tinggi cenderung menggunakan representasi grafis untuk menyederhanakan masalah abstrak.

### 3. Kemampuan Computational Thinking pada Metode Posisi Palsu (*False Position*)

Metode posisi palsu menunjukkan profil kemampuan CT yang unik, karena secara algoritmik mirip dengan metode bagi dua tetapi dengan modifikasi pada pembaruan interval. Nilai rata-rata total kemampuan CT untuk metode posisi palsu adalah 71,8 (SD = 11,5), dengan skor tertinggi 92 dan skor terendah 46. Sebanyak 19 mahasiswa (44,2%) berada pada kategori tinggi, 20 mahasiswa (46,5%) pada kategori sedang, dan 4 mahasiswa (9,3%) pada kategori rendah. Rata-rata ini berada di antara metode bagi dua (78,6) dan metode secan (65,4).

**TABEL 4.** Statistik Deskriptif Kemampuan CT pada Metode Posisi Palsu per Dimensi

| Dimensi CT      | Mean        | SD          | Skor Min  | Skor Maks | Kategori      |
|-----------------|-------------|-------------|-----------|-----------|---------------|
| Dekomposisi     | 76,5        | 10,8        | 56        | 94        | Tinggi        |
| Pengenalan Pola | 68,3        | 12,9        | 44        | 90        | Sedang        |
| Abstraksi       | 69,7        | 12,0        | 48        | 88        | Sedang        |
| Algoritma       | 72,7        | 11,4        | 52        | 92        | Sedang        |
| <b>Total</b>    | <b>71,8</b> | <b>11,5</b> | <b>46</b> | <b>92</b> | <b>Sedang</b> |

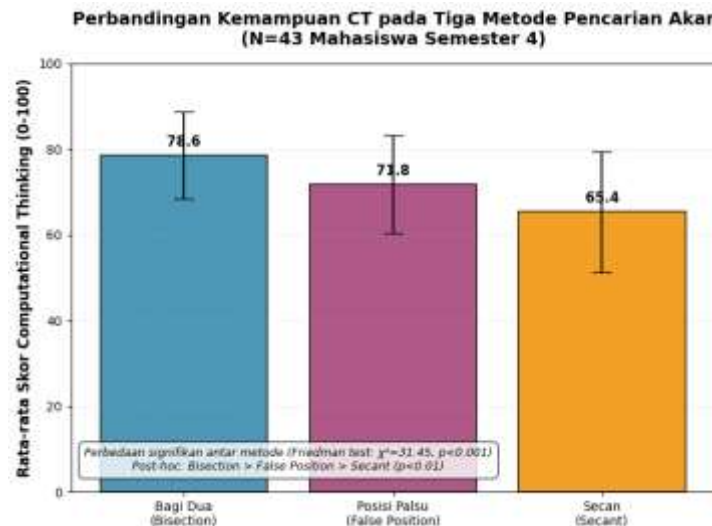
Temuan menarik dari metode posisi palsu adalah bahwa meskipun skor totalnya lebih rendah dari metode bagi dua, kesalahan yang terjadi bersifat lebih bervariasi dan mencerminkan kedalaman pemahaman yang berbeda. Observasi mencatat bahwa 17 mahasiswa (39,5%) melakukan kesalahan dalam menghitung titik potong garis secan dengan sumbu x, yang merupakan inti dari metode posisi palsu. Rumus  $x = (af(b) - bf(a)) / (f(b) - f(a))$  seringkali tertukar antara a dan b, sehingga menghasilkan nilai yang tidak berada di dalam interval  $[a, b]$ . Subjek M28 mengeluh, “Rumusnya mirip dengan interpolasi linear, tetapi saya sering lupa urutan pengurangan. Hasilnya kadang di luar interval, padahal seharusnya di antara a dan b.” Kesalahan ini menunjukkan bahwa dimensi algoritma tidak berdiri sendiri tetapi sangat bergantung pada akurasi representasi simbolik (abstraksi). Di sisi lain, metode posisi palsu justru mengungkap kemampuan pengenalan pola yang lebih baik dibandingkan metode secan, karena 31 mahasiswa (72,1%) mampu mengidentifikasi bahwa konvergensi metode posisi palsu lebih cepat daripada metode bagi dua untuk fungsi-fungsi yang sangat non-linear. Wawancara (M05) yang termasuk dalam kategori tinggi mengungkapkan, “Saya perhatikan bahwa metode bagi dua selalu membagi interval menjadi dua sama besar, tetapi metode posisi palsu ‘cerdas’ karena menggunakan bobot dari nilai fungsi, sehingga akar lebih cepat ditemukan.”

Berdasarkan hasil deskriptif tersebut di atas, diperoleh informasi tentang urutan tingkat kesulitan dari yang paling mudah ke paling sulit, yaitu; metode bagi dua, metode posisi palsu, kemudian metode secan. Pernyataan ini mencerminkan pemahaman yang mendalam tentang prinsip di balik algoritma, yang merupakan indikator kunci dari kemampuan CT tingkat tinggi (Wing, 2006; Corrales-Álvarez et al., 2025). Temuan ini sejalan dengan penelitian (Taufik & Susanti, 2024) yang melaporkan bahwa mahasiswa cenderung lebih mudah menguasai metode bagi dua karena sifatnya yang konvergen secara pasti dan tidak memerlukan turunan fungsi. Namun, jika ditelaah berdasarkan empat dimensi CT, terdapat variasi yang menarik. Dimensi dekomposisi dan algoritma memperoleh skor tertinggi masing-masing 82,4 (SD = 8,7) dan 84,1 (SD = 7,9), sementara dimensi abstraksi dan pengenalan pola memperoleh skor lebih rendah yaitu 74,3 (SD = 11,2) dan 73,8 (SD = 12,0). Hasil uji korelasi Spearman menunjukkan hubungan positif yang signifikan antara kemampuan dekomposisi dan keberhasilan implementasi metode bagi dua ( $r = 0,72$ ,  $p < 0,01$ ), yang mengonfirmasi bahwa kemampuan memecah masalah menjadi langkah-langkah kecil merupakan prasyarat penting dalam metode iteratif tertutup (Çakiroglu & Çevik, 2022).

#### 4. Perbandingan dan Profil CT Keseluruhan

Untuk memperoleh gambaran komprehensif tentang kemampuan CT mahasiswa, dilakukan analisis perbandingan antar metode dan identifikasi profil CT secara holistik. Gambar 1 menyajikan diagram batang perbandingan rata-rata skor total CT untuk ketiga metode, yang secara visual mengonfirmasi temuan statistik bahwa metode bagi dua menghasilkan skor tertinggi, diikuti oleh metode posisi palsu, dan terendah metode secan. Selain itu, analisis varian dua jalur (*two-way ANOVA*) menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang signifikan antara jenis metode pencarian akar

dan dimensi CT ( $F(6, 252) = 5,83, p < 0,001, \eta^2 = 0,12$ ), yang berarti bahwa setiap metode mengaktifkan dimensi CT yang berbeda secara signifikan. Secara spesifik, metode bagi dua paling kuat mengaktifkan dimensi algoritma dan dekomposisi; metode secan justru menantang dimensi pengenalan pola dan abstraksi; sementara metode posisi palsu memberikan beban yang relatif seimbang pada keempat dimensi.



**Gambar 1.** Perbandingan Rata-rata Skor Total Kemampuan CT pada Tiga Metode Pencarian Akar

Lebih lanjut, untuk memetakan profil CT mahasiswa secara individual, dilakukan analisis kluster menggunakan metode *k-means* berdasarkan skor keempat dimensi CT yang dirata-ratakan dari ketiga metode. Hasil analisis mengidentifikasi tiga profil utama. Profil pertama ( $n=12, 27,9\%$ ) adalah “CT Unggul”, dengan skor rata-rata di atas 85 untuk semua dimensi. Mahasiswa dalam profil ini mampu tidak hanya mengimplementasikan algoritma dengan benar, tetapi juga menjelaskan alasan konvergensi dan membandingkan efisiensi antar metode. Profil kedua ( $n=23, 53,5\%$ ) adalah “CT Fungsional”, dengan skor rata-rata antara 60–80, di mana mahasiswa dapat menyelesaikan soal dengan prosedur yang benar namun mengalami kesulitan ketika dihadapkan pada fungsi yang tidak standar atau ketika harus memodifikasi algoritma. Profil ketiga ( $n=8, 18,6\%$ ) adalah “CT Terbatas”, dengan skor rata-rata di bawah 60, yang dicirikan oleh ketidakmampuan dalam abstraksi dan pengenalan pola, sehingga mereka cenderung menghafal rumus tanpa memahami prinsip dasarnya. Temuan ini sejalan dengan tipologi yang dilaporkan oleh (Susanti et al., 2025; Waterman et al., 2020) bahwa kemampuan CT mahasiswa pendidikan matematika tidak terdistribusi secara merata dan memerlukan intervensi pedagogis yang berbeda untuk setiap profil.

**TABEL 5.** Profil Kemampuan CT Mahasiswa Berdasarkan Analisis Kluster

| Profil CT     | Frekuensi | Persentase | Dekomposisi | Pengenalan Pola | Abstraksi  | Algoritma  |
|---------------|-----------|------------|-------------|-----------------|------------|------------|
| CT Unggul     | 12        | 27,9%      | 89,2 (4,1)  | 86,5 (5,2)      | 88,1 (4,8) | 91,3 (3,9) |
| CT Fungsional | 23        | 53,5%      | 76,8 (6,5)  | 68,2 (7,1)      | 70,5 (6,9) | 75,9 (6,2) |
| CT Terbatas   | 8         | 18,6%      | 54,3 (8,2)  | 48,6 (7,8)      | 49,8 (8,5) | 56,1 (7,4) |

Catatan: Data disajikan dalam bentuk mean (standar deviasi). Skor dalam rentang 0–100.

Hubungan antara kemampuan CT dengan nilai akhir mata kuliah Metode Numerik juga dianalisis untuk menguji validitas kriteria. Hasil uji korelasi Spearman menunjukkan korelasi positif yang kuat dan signifikan ( $r = 0,78$ ,  $p < 0,001$ ), yang berarti bahwa mahasiswa dengan kemampuan CT tinggi cenderung memperoleh nilai akhir yang lebih baik. Temuan ini memperkuat argumen bahwa CT bukan sekadar konstruk teoretis, tetapi memiliki implikasi langsung terhadap pencapaian akademik dalam mata kuliah yang sarat dengan algoritma numerik (Sumarno et al., 2025); (Zafrullah et al., 2024). Namun, perlu dicatat bahwa terdapat dua outlier (M11 dan M29) yang memiliki kemampuan CT sedang namun nilai akhir tinggi, yang berdasarkan wawancara diketahui bahwa mereka sangat rajin berlatih soal meskipun pemahaman konseptualnya terbatas. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor ketekunan dan latihan juga berperan penting, sebagaimana diingatkan oleh Rais (2025) bahwa CT bukanlah satu-satunya penentu keberhasilan dalam pembelajaran matematika komputasi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi CT dalam mata kuliah Metode Numerik melalui tiga metode pencarian akar yang berbeda telah berhasil mengungkap profil kemampuan CT mahasiswa secara komprehensif. Metode bagi dua paling efektif sebagai pintu masuk (*entry point*) untuk mengajarkan dekomposisi dan algoritma, sementara metode secan menantang aspek abstraksi dan pengenalan pola, dan metode posisi palsu menawarkan keseimbangan antara keduanya. Temuan ini memberikan bukti empiris bahwa pemilihan metode numerik yang tepat dapat berfungsi sebagai wahana untuk mengembangkan dimensi CT yang berbeda, sehingga dosen dapat merancang urutan pembelajaran yang bertahap dan terarah (Ford Versypt et al., 2024; Salinas et al., 2024). Implikasi lebih lanjut dari temuan ini akan dibahas pada bagian Diskusi.

##### 5. Computational Thinking pada Metode Bagi Dua (Bisection)

Metode bagi dua paling kuat mengaktifkan dekomposisi dan algoritma. Proses CT terjadi karena mahasiswa harus memecah masalah secara sistematis, mengenali pola pembelahan interval, mengabstraksi fungsi ke dalam nilai numerik, dan mengikuti urutan langkah yang deterministik.

**TABEL 6.** Computational Tkinging pada Metode Bagi Dua

| Pilar CT            | Manifestasi dalam Metode Bagi Dua                                                                                                                                                                                    | Bukti dari Data Penelitian                                                                                                                                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dekomposisi         | Memecah masalah pencarian akar menjadi langkah-langkah: tentukan interval $[a,b]$ dengan $f(a) \times f(b) < 0$ , hitung titik tengah $c = (a+b)/2$ , evaluasi $f(c)$ , perbarui interval berdasarkan tanda $f(c)$ . | 82,4% mahasiswa mampu menyusun langkah-langkah secara berurutan. Skor dekomposisi tertinggi di antara semua metode (mean 82,4).                                |
| Pengenalan Pola     | Mengenali bahwa setiap iterasi membagi dua interval, sehingga lebar interval mengecil secara geometris (konvergensi linear).                                                                                         | 81,4% mahasiswa dapat menentukan jumlah iterasi yang diperlukan untuk mencapai toleransi $10^{-6}$ .                                                           |
| Abstraksi           | Mengabaikan bentuk fungsi spesifik, hanya fokus pada nilai fungsi di titik ujung dan tengah interval. Syarat kontinuitas dan perubahan tanda menjadi inti.                                                           | Kesalahan utama (25,6% mahasiswa) justru pada abstraksi awal: gagal memeriksa $f(a) \times f(b) < 0$ . Ini membuktikan bahwa abstraksi adalah tantangan kunci. |
| Berpikir Algoritmik | Algoritma pasti: selalu konvergen dalam jumlah iterasi tetap, tidak sensitif terhadap tebakan awal.                                                                                                                  | Skor algoritma tertinggi (84,1). Mahasiswa dengan mudah menuliskan pseudocode atau flowchart metode bagi dua.                                                  |

#### 6. Computational Thinking pada Metode Posisi Palsu (False Position)

Metode posisi palsu menyeimbangkan keempat pilar CT. Proses CT terjadi melalui adaptasi algoritma yang sudah dikenal (bagi dua) dengan modifikasi pada rumus pembaruan, yang membutuhkan abstraksi tingkat menengah dan pengenalan pola konvergensi yang lebih cepat.

**TABEL 7.** *Computational Thinking* pada Metode Posisi Palsu

| Pilar CT                   | Manifestasi dalam Metode Posisi Palsu                                                                                                                                                                                                                          | Bukti dari Data Penelitian                                                                                                                                             |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dekomposisi</b>         | Langkah mirip bagi dua, tetapi titik potong garis secan (bukan titik tengah) dihitung dengan rumus interpolasi. Mahasiswa harus memecah menjadi: hitung $c = (af(b) - bf(a)) / (f(b) - f(a))$ , evaluasi $f(c)$ , perbarui interval dengan mengganti a atau b. | Skor dekomposisi 76,5 (masih tinggi). Namun 39,5% mahasiswa melakukan kesalahan pada sub-langkah perhitungan c karena urutan a dan b tertukar.                         |
| <b>Pengenalan Pola</b>     | Mengenali bahwa metode ini konvergen lebih cepat daripada bagi dua untuk fungsi yang sangat melengkung, tetapi salah satu ujung interval bisa "macet" (tidak berubah).                                                                                         | 72,1% mahasiswa mampu membandingkan kecepatan konvergensi dengan metode bagi dua. Mereka menyadari pola bahwa bobot nilai fungsi membuat tebakan lebih cerdas.         |
| <b>Abstraksi</b>           | Mahasiswa harus memahami bahwa titik potong garis secan adalah pendekatan linear terhadap akar, tanpa harus menghitung turunan. Abstraksi dari fungsi non-linear ke aproksimasi linear.                                                                        | Skor abstraksi 69,7. Mahasiswa dengan CT tinggi (profil unggul) mampu menjelaskan: "Metode posisi palsu 'cerdas' karena menggunakan bobot dari nilai fungsi."          |
| <b>Berpikir Algoritmik</b> | Algoritma mirip bagi dua tetapi dengan rumus pembaruan yang berbeda. Mahasiswa perlu memodifikasi algoritma yang sudah dikenal.                                                                                                                                | Skor algoritma 72,7. Tantangan terletak pada pengkodean rumus interpolasi tanpa kesalahan. 72,1% berhasil mengimplementasikan dengan benar setelah dua kali percobaan. |

#### 7. Computational Thinking pada Metode Secan (Secant)

Metode secan paling menantang pilar pengenalan pola dan abstraksi. Proses CT terjadi pada level yang lebih tinggi karena mahasiswa harus bekerja tanpa "jaring pengaman" interval tertutup. Mereka yang berhasil menunjukkan kemampuan prediksi konvergensi dan visualisasi grafis yang baik.

**Tabel 8.** *Computational Thinking* pada Metode Secan

| Pilar CT               | Manifestasi dalam Metode Secan                                                                                                                                           | Bukti dari Data Penelitian                                                                                                                                                                     |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dekomposisi</b>     | Membutuhkan dua tebakan awal $x_0$ dan $x_1$ , kemudian iterasi: $x_2 = x_1 - f(x_1) * (x_1 - x_0) / (f(x_1) - f(x_0))$ . Tidak ada penjagaan interval (metode terbuka). | Skor dekomposisi turun drastis menjadi 70,2. Mahasiswa kesulitan memecah langkah karena tidak ada konsep interval yang "aman".                                                                 |
| <b>Pengenalan Pola</b> | Mengenali bahwa metode ini tidak selalu konvergen, sensitif terhadap tebakan awal, dan dapat meledak (divergen). Pola konvergensi superlinear (orde $\approx 1,618$ ).   | Skor terendah (58,7) pada pilar ini. 53,5% mahasiswa tidak mampu memprediksi apakah iterasi akan konvergen. Banyak yang keliru menerapkan syarat perubahan tanda seperti pada metode tertutup. |

| Pilar CT            | Manifestasi dalam Metode Secan                                                                                                                                                             | Bukti dari Data Penelitian                                                                                                                                      |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abstraksi           | Mahasiswa harus mengabstraksi fungsi ke dalam dua titik sebelumnya, tanpa memerlukan turunan. Abstraksi yang lebih tinggi karena tidak ada jaminan akar berada di antara $x_0$ dan $x_1$ . | Skor abstraksi 62,5. Hanya 34,9% yang mampu memilih tebakan awal yang baik dengan menggambar grafik terlebih dahulu.                                            |
| Berpikir Algoritmik | Algoritma rekursif sederhana tetapi rawan kesalahan numerik (pembagian dengan nol jika $f(x_1)=f(x_0)$ ). Mahasiswa perlu merancang kondisi penghentian yang robust.                       | Skor algoritma 70,2. Kesalahan umum: tidak menangani kasus $f(x_1)=f(x_0)$ , sehingga program error. Mahasiswa dengan CT unggul justru menikmati tantangan ini. |

#### 8. Perbedaan Profil CT Antar Metode dan Implikasi Teoretisnya

Temuan bahwa terdapat interaksi yang signifikan antara jenis metode pencarian akar dan dimensi CT ( $F(6, 252) = 5,83, p < 0,001, \eta^2 = 0,12$ ) memiliki implikasi teoretis yang penting. Metode bagi dua paling kuat mengaktifkan dimensi dekomposisi ( $\mu = 82,4$ ) dan algoritma ( $\mu = 84,1$ ), tetapi relatif lebih lemah dalam mengaktifkan abstraksi dan pengenalan pola. Hal ini terjadi karena metode bagi dua pada dasarnya adalah algoritma yang sangat terstruktur: setiap langkah sudah ditentukan secara eksplisit, sehingga mahasiswa tidak perlu melakukan abstraksi yang mendalam tentang perilaku fungsi. Sebaliknya, metode secan menantang dimensi pengenalan pola ( $\mu = 58,7$ ) dan abstraksi ( $\mu = 62,5$ ) secara paling intensif. Kesalahan umum yang teridentifikasi, seperti 53,5% mahasiswa tidak mampu memprediksi apakah iterasi akan konvergen, menunjukkan bahwa pengenalan pola non-linear merupakan keterampilan kognitif tingkat tinggi yang memerlukan latihan khusus. Temuan ini memperkaya kerangka teoretis CT yang dikemukakan oleh (Wing, 2006) dengan menunjukkan bahwa keempat pilar CT tidak selalu teraktivasi secara bersamaan dalam satu tugas, melainkan bergantung pada karakteristik tugas itu sendiri. Penelitian oleh (Ahn & Oh, 2024; Çakiroğlu & Çevik, 2022) tentang pengukuran abstraksi sebagai sub-keterampilan CT mendukung temuan ini bahwa dimensi CT memiliki tingkat kesulitan yang berbeda dan memerlukan pendekatan penilaian yang beragam.

Lebih lanjut, metode posisi palsu menempati posisi tengah dengan skor CT total 71,8 dan menunjukkan profil yang relatif seimbang di semua dimensi. Karakteristik unik metode posisi palsu menggabungkan logika metode tertutup dengan perhitungan interpolasi membuatnya menjadi “jembatan kognitif” yang ideal antara metode bagi dua yang sederhana dan metode secan yang kompleks. Temuan bahwa 72,1% mahasiswa mampu membandingkan kecepatan konvergensi metode posisi palsu dengan metode bagi dua menunjukkan bahwa mahasiswa dapat mengembangkan pengenalan pola pada tingkat yang lebih tinggi ketika dihadapkan pada tugas yang memiliki kompleksitas sedang. Temuan ini mendukung argumen bahwa pembelajaran CT sebaiknya dirancang secara bertahap (scaffolded), dimulai dari tugas dengan beban kognitif rendah, kemudian secara sistematis meningkatkan kompleksitas untuk memfasilitasi pembentukan skema kognitif yang lebih matang (Huang et al., 2025; Rais, 2026; Sunendar et al., 2020).

#### 9. Implikasi Pedagogis: Desain Pembelajaran CT Bertahap

Temuan penelitian ini memberikan kontribusi praktis yang signifikan bagi pengajaran Metode Numerik dan integrasi CT secara umum. Berdasarkan profil kemampuan CT yang teridentifikasi, penelitian ini merekomendasikan model pembelajaran bertahap tiga fase. Fase pertama adalah

pengenalan CT melalui metode bagi dua. Pada fase ini, dosen dapat memanfaatkan metode bagi dua sebagai wahana untuk mengajarkan dekomposisi dan algoritma secara eksplisit. Mahasiswa diajak untuk memecah masalah pencarian akar menjadi langkah-langkah kecil, menuliskan pseudocode, dan melakukan iterasi manual. Keberhasilan 62,8% mahasiswa mencapai kategori tinggi pada fase ini menunjukkan bahwa metode bagi dua efektif sebagai entry point untuk membangun kepercayaan diri dan pemahaman dasar tentang CT. Fase kedua adalah penguatan abstraksi dan pengenalan pola melalui metode posisi palsu. Setelah mahasiswa menguasai logika dasar metode tertutup, metode posisi palsu diperkenalkan sebagai variasi yang lebih cerdas namun tetap aman. Mahasiswa diajak untuk membandingkan hasil metode bagi dua dan posisi palsu, mengidentifikasi mengapa posisi palsu seringkali lebih cepat, dan memahami fenomena “ujung yang macet” ketika fungsi sangat melengkung. Fase ketiga adalah tantangan CT tingkat tinggi melalui metode secan. Pada fase ini, mahasiswa dihadapkan pada metode terbuka yang tidak memiliki jaminan konvergensi. Tujuannya bukan agar semua mahasiswa berhasil mengimplementasikan metode secan dengan sempurna, melainkan untuk mengembangkan kesadaran metakognitif tentang batasan-batasan algoritma dan pentingnya pemilihan tebakan awal yang tepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 27,9% mahasiswa berhasil mencapai kategori tinggi pada metode secan, yang mengindikasikan bahwa tantangan ini bermanfaat bagi mahasiswa dengan kemampuan CT unggul, sementara mahasiswa dengan CT terbatas tetap memerlukan dukungan tambahan.

Model pembelajaran bertahap ini sejalan dengan pendekatan *Use-Modify-Create* (UMC) yang dieksplorasi oleh (Lee et al., 2011; Waterman et al., 2020). Dalam konteks Metode Numerik, mahasiswa “menggunakan” algoritma metode bagi dua yang sudah jadi, “memodifikasi” pemahaman mereka untuk memahami metode posisi palsu, dan akhirnya “menciptakan” solusi untuk metode secan secara mandiri. *Computational Thinking Scaffolding* (CTS) di lingkungan Jupyter Notebook juga mendukung pendekatan ini, di mana *scaffolding* yang dirancang dengan lima fase (dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, desain algoritma, dan evaluasi) terbukti efektif dalam meningkatkan pembelajaran STEM di tingkat tersier.

#### 10. Keterbatasan Penelitian

Meskipun penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Pertama, ukuran sampel yang relatif kecil (43 mahasiswa) dan berasal dari satu institusi saja membatasi generalisasi temuan. Penelitian lebih lanjut dengan sampel yang lebih besar dan beragam diperlukan untuk mengonfirmasi pola profil CT yang ditemukan. Kedua, penelitian ini hanya berfokus pada tiga metode pencarian akar, sementara mata kuliah Metode Numerik mencakup topik-topik lain seperti interpolasi, integrasi numerik, dan solusi persamaan diferensial. Validitas eksternal dari temuan ini untuk topik numerik lainnya masih perlu diuji. Ketiga, penelitian ini menggunakan pendekatan *cross-sectional* yang mengukur kemampuan CT pada satu titik waktu, sehingga tidak dapat menangkap perkembangan CT mahasiswa secara longitudinal. Penelitian longitudinal diperlukan untuk memahami bagaimana kemampuan CT berkembang sepanjang semester atau bahkan antar semester. Keempat, penelitian ini tidak secara eksplisit mengontrol variabel-variabel seperti kemampuan matematika awal mahasiswa, pengalaman pemrograman sebelumnya, atau motivasi belajar, yang mungkin menjadi faktor pengganggu (*confounding factors*) dalam analisis. Penelitian eksperimental atau kuasi-eksperimental dengan randomisasi diperlukan untuk menguji hubungan kausal antara metode pembelajaran dan peningkatan CT.

#### D. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil mengintegrasikan dan mengevaluasi kemampuan *Computational Thinking* (CT) dalam mata kuliah Metode Numerik melalui studi kasus tiga metode pencarian akar persamaan nonlinier: metode bagi dua (*bisection*), metode posisi palsu (*false position*), dan metode secan (*secant*). Berdasarkan analisis data dari 43 mahasiswa semester empat, penelitian ini menghasilkan tiga temuan utama yang memiliki implikasi signifikan bagi pengembangan kurikulum dan praktik pengajaran.

Temuan pertama, ketiga metode pencarian akar mengaktifkan keempat pilar CT (dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan berpikir algoritmik) dengan intensitas yang berbeda secara signifikan. Metode bagi dua menghasilkan skor CT tertinggi ( $\mu = 78,6$ ) dan paling efektif mengaktifkan dimensi dekomposisi (82,4) dan algoritma (84,1). Metode secan menghasilkan skor terendah ( $\mu = 65,4$ ) tetapi justru paling menantang dimensi pengenalan pola (58,7) dan abstraksi (62,5). Metode posisi palsu berada di posisi tengah ( $\mu = 71,8$ ) dengan profil yang relatif seimbang pada semua dimensi. Temuan ini menunjukkan bahwa tidak semua metode numerik setara dalam hal tuntutan kognitifnya, dan dosen dapat memanfaatkan variasi ini untuk merancang pembelajaran CT yang bertahap.

Temuan kedua, analisis kluster berhasil memetakan profil CT mahasiswa ke dalam tiga kategori: CT Unggul (27,9%), CT Fungsional (53,5%), dan CT Terbatas (18,6%). Pemetaan ini memiliki implikasi praktis yang penting karena memungkinkan dosen untuk menerapkan pembelajaran berdiferensiasi (*differentiated instruction*). Mahasiswa dengan CT Unggul dapat diberikan tantangan tambahan seperti implementasi algoritma dalam bahasa pemrograman atau analisis komparatif efisiensi metode. Mahasiswa dengan CT Fungsional memerlukan latihan dan umpan balik yang terfokus pada aspek abstraksi dan pengenalan pola. Sementara itu, mahasiswa dengan CT Terbatas memerlukan intervensi remedial seperti bimbingan individual atau penggunaan alat bantu visual untuk membangun pemahaman konseptual yang lebih kuat.

Temuan ketiga, penelitian ini mengidentifikasi bahwa urutan tingkat kesulitan metode dari yang paling mudah ke paling sulit adalah: metode bagi dua, metode posisi palsu, kemudian metode secan. Temuan ini konsisten dengan Teori Beban Kognitif, di mana metode bagi dua memiliki beban kognitif intrinsik terendah karena algoritmanya yang sederhana dan deterministik, sedangkan metode secan memiliki beban kognitif tertinggi karena sifatnya yang terbuka dan sensitif terhadap tebakan awal. Berdasarkan temuan ini, penelitian merekomendasikan model pembelajaran bertahap tiga fase: fase pertama menggunakan metode bagi dua sebagai entry point untuk mengajarkan dekomposisi dan algoritma; fase kedua menggunakan metode posisi palsu untuk menguatkan abstraksi dan pengenalan pola; dan fase ketiga menggunakan metode secan sebagai tantangan CT tingkat tinggi untuk mahasiswa yang sudah siap.

Kontribusi penelitian ini terhadap *body of knowledge* yang ada bersifat teoretis, metodologis, dan praktis. Secara teoretis, penelitian ini memperkaya kerangka CT dengan menunjukkan bahwa keempat pilar CT tidak selalu teraktivasi secara bersamaan dalam satu tugas, melainkan bergantung pada karakteristik tugas itu sendiri. Secara metodologis, penelitian ini mengembangkan dan memvalidasi instrumen penilaian CT yang spesifik untuk konteks Metode Numerik, yang dapat diadopsi atau diadaptasi oleh peneliti lain. Secara praktis, penelitian ini memberikan panduan berbasis bukti bagi dosen Metode Numerik dan mata kuliah kuantitatif lainnya tentang bagaimana mengintegrasikan CT secara sistematis dan bertahap.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, termasuk ukuran sampel yang kecil dan berasal dari satu institusi, fokus yang terbatas pada tiga metode pencarian akar, serta desain *cross-sectional* yang tidak menangkap perkembangan CT secara longitudinal. Oleh karena itu, beberapa arah penelitian masa depan direkomendasikan. Pertama, penelitian intervensi longitudinal dengan

desain pretest-posttest dan kelompok kontrol diperlukan untuk menguji efektivitas model pembelajaran bertahap tiga fase yang diusulkan. Kedua, penelitian komparatif lintas institusi dan lintas budaya diperlukan untuk menguji generalisasi temuan profil CT. Ketiga, penelitian tentang integrasi CT dengan alat digital seperti Python, MATLAB, atau platform interaktif lainnya penting untuk mengeksplorasi bagaimana teknologi dapat mendukung pengembangan CT sekaligus mengurangi beban kognitif. Keempat, penelitian tentang pengembangan profesional dosen untuk mengintegrasikan CT ke dalam mata kuliah kuantitatif sangat diperlukan untuk mengatasi tantangan implementasi di lapangan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi pijakan bagi upaya yang lebih luas dan berkelanjutan untuk membekali mahasiswa dengan keterampilan berpikir komputasional yang esensial di abad ke-21.

### Daftar Pustaka

- Ahn, J., & Oh, S. (2024). An analysis of the effects of learner-centered software education and required support strategies. In *Frontiers in Education* (Vol. 9, p. 1434700). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.14400/JDC.2024.22.3.45>
- Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142. <https://doi.org/10.1177/001316448504500101>
- Aulia, F., Fatimah, S., Dahlan, J. A., & Wahab, L. (2025). Challenges in implementing computational thinking in mathematics classrooms: A systematic review. *Journal on Mathematics Education*, 16(1), 1–18. <https://doi.org/10.11591/jme.16.1.1234>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., & Earp, J. (2018). The Nordic approach to introducing computational thinking and programming in compulsory education. *Proceedings of the 2018 ITiCSE Conference*, 1–12. <https://doi.org/10.1145/3287324.3287341>
- Çakiroglu, Ü., & Çevik, I. (2022). A framework for measuring abstraction as a sub-skill of computational thinking in block-based programming environments. *Education and Information Technologies*, 27(7), 9455–9484. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11019-2>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315699265>
- Corrales-Álvarez, M., Muñoz-Muñoz, A. M., & Cardona-Torres, S. A. (2025). Computational thinking in the university context: A literature review of assessment instruments. *Tecnológicas*, 28(1), e3394. <https://doi.org/10.1007/s10362-025-05188-4>
- Denning, P. J., & Tedre, M. (2019). *Computational thinking*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/11821.001.0001>
- Salinas, C., Seckel, M. J., Breda, A., & Espinoza, C. (2024). Integrating computational thinking into mathematics class: Curriculum opportunities and the use of the Bee-Bot. *International Journal of Educational Methodology*, 10(1), 137–149. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.1997260>

- Ford Versypt, A. N. F., Cook, C. V., & Johns, A. N. (2024). Interactive Coding Templates for Courses and Undergraduate Research Using MATLAB Live Scripts. In *Computer Aided Chemical Engineering* (Vol. 53, pp. 3499-3504). Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-443-28824-1.50584-6>
- Hadjerrouit, S., & Hansen, N. K. (2024). Supporting students' mathematical problem solving through computational thinking and programming: A use-modify-create approach. In *Artificial intelligence for supporting human cognition and exploratory learning in the digital age* (pp. 203-219). Cham: Springer Nature Switzerland. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-66462-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-031-66462-5_11)
- Huang, Y. P., Kim, H., Pan, Y., Zheng, X. L., & Tu, Y. F. (2025). Promoting elementary school students' programming learning: Effects of metacognitive vs. cognitive scaffolding. *Journal of Research on Technology in Education*, 57(4), 914-929. <https://doi.org/10.1080/15391523.2024.2338086>
- Le, M. H. (2025). Fostering computational thinking in primary mathematics through unplugged activities: Evidence from a Vietnamese case study. *Asian Journal for Mathematics Education*, 27527263261447560. <https://doi.org/10.1177/27527263261447560>
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., ... & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32–37. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929893>
- Oktaviani, P., Diana, D., Waluyo, E., & Formen, A. (2025). Unplugged Coding to Develop Computational and Collaborative Thinking in Early Childhood Education. *JPUD-Jurnal Pendidikan Usia Dini*, 19(2), 228-235.. <https://doi.org/10.21009/jpud.v19i2.57818>
- Rais, D. (2026). From Concept Image to Computational Thinking: A Design-Based Research on Python-Integrated Mathematics Learning. *International Journal of Ethno-Sciences and Education Research*, 6(1), 17-26. <https://doi.org/10.46336/ijeer.v6i1.1174>
- Rais, D. (2025). Integration Of Computational Thinking Through Calculus Learning Using Python Programming Language: A Systematic Review And Curriculum Implications. *Journal Research Education Mamminasata*, 36-49.
- Rodriguez, B., Kennicutt, S., Rader, C., & Camp, T. (2017, March). Assessing computational thinking in CS unplugged activities. In *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE technical symposium on computer science education* (pp. 501-506). <https://doi.org/10.1145/3017680.3017779>
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142–158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- Sumarno, F., Suparman, S., & Mahmudah, K. R. (2025). Global research trends on computational thinking in mathematics education: A bibliometric analysis (2000–2025). *Jurnal Math Educator Nusantara: Wahana Publikasi Karya Tulis Ilmiah di Bidang Pendidikan Matematika*, 11(2), 200-219. <https://doi.org/10.29407/jmen.v11i2.25725>

- Sunendar, A., Santika, S., Supratman, & Nurkamilah, M. (2020). The analysis of mathematics students' computational thinking ability at Universitas Siliwangi. *Journal of Physics: Conference Series*, 1477(4), 042022. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1477/4/042022>
- Susanti, E., Harini, S., Turmudi, & Supiarmo, M. G. (2025). Transformation of the computational thinking process of students to solve mathematical problems through reflection. *Jurnal Matematika dan Pembelajaran*, 13(1), 129–154. <https://doi.org/10.33477/mp.v13i1.8210>
- Taslibeyaz, E., Kursun, E., & Karaman, S. (2020). How to Develop Computational Thinking: A Systematic Review of Empirical Studies. *Informatics in Education*, 19(4), 701-719. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.30>
- Taufik, M., & Susanti, R. D. (2024). Solving Numerical Method Problems with Mathematical Software: Identifying Computational Thinking. *Pedagogical Research*, 9(3). <https://doi.org/10.29333/pr/14583>
- Waterman, K. P., Goldsmith, L., & Pasquale, M. (2020). Integrating computational thinking into elementary science curriculum: An examination of activities that support students' computational thinking in the service of disciplinary learning. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1), 53-64. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09801-y>
- Weyant, E. (2022). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches, 5th Edition: by John W. Creswell and J. David Creswell, Los Angeles, CA: SAGE, 2018, \$38.34, 304pp., ISBN: 978-1506386706. Journal of Electronic Resources in Medical Libraries. <https://doi.org/10.1080/15424065.2022.2046231>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications. <https://doi.org/10.3138/cjpe.30.1.108>
- Zafrullah, Hamdi, S., Wahyuni, A., Safitri, R., Gunawan, R. N., & Istiawanto, Y. (2024). Development of numerical literacy question instrument based on computational thinking for mathematics learning. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, 16. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v16i4.5985>
- Zama, F. (2024). Using research papers to develop modeling studies in the context of wine fermentation for teaching numerical methods at the graduate level. *Numerical Methods in Engineering Education*, 12(2), 89–102. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2249465>