

INTEGRASI COMPUTATIONAL THINKING DAN TEORI GRAF UNTUK PEMECAHAN MASALAH MAHASISWA TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER JARINGAN

Arwin Wahyu Saputra^{1*}, Dewi Indra Anggraeni², Liny Mardhiyattirrahmah³, Arnoldus Janssen Dahur⁴,
Dery Yuswanto Jaya⁵, I Made Candra Girinata⁶

^{1,2,3,4,5,6}Politeknik Negeri Tanah Laut, Jurusan Komputer dan Bisnis, Prodi D4 Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan

E-mail: arwinwahyu@politala.ac.id^{1*}, linymardhiyattirrahmah@politala.ac.id²,
dewi.indra.anggraeni@politala.ac.id³, arnoldusdahur@politala.ac.id⁴, deryyuswantojaya@politala.ac.id⁵,
candragirinata@politala.ac.id⁶

ARTICLE INFO

Riwayat Artikel

Received: 18/08/2026

Revised: 10/09/2026

Accepted: 11/09/2026

Keywords:

Kata Kunci: Berpikir Komputasional; Teori Graf; Pemecahan Masalah; Matematika Diskrit; Jaringan Komputer;

ABSTRACT

This study aims to examine the integration of Computational Thinking (CT) and Graph Theory to support mathematical problem-solving skills among D4 Network Computer Engineering Technology (TRKJ) students in Discrete Mathematics. The study employed a systematic literature review of 19 relevant scientific publications published between 2011 and 2025, complemented by a descriptive analysis of the final grades of 73 TRKJ students from three classes in the 20251 semester. The findings indicate that the four pillars of CT—decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithm design—can be operationalized through graph representations, adjacency matrices, connectivity analysis, shortest-path algorithms, and minimum spanning trees within computer networking contexts. Empirical evidence from the reviewed literature demonstrates significant improvements, including in interactive multimedia-based learning for mathematical CT ($p = 0.001$) and CT-based problem-solving tasks ($p < 0.001$); however, the effectiveness of problem-based learning is not consistently significant and depends on the instructional design. The students' achievement data show an overall mean final grade of 76.27, with 21 out of 73 students (28.8%) achieving grades of C+ or below. These findings position the integration of CT and Graph Theory as a relevant conceptual framework for strengthening mathematical problem-solving and contextualizing Graph Theory within computer networking problems. However, its instructional effectiveness still needs to be empirically tested through experimental or quasi-experimental research.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengkaji integrasi *Computational Thinking* (CT) dengan Teori Graf untuk mendukung kemampuan pemecahan masalah matematis mahasiswa D4 Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan (TRKJ) pada mata kuliah Matematika Diskrit. Penelitian menggunakan *systematic literature review* terhadap 19 publikasi ilmiah relevan periode 2011–2025, dilengkapi analisis deskriptif capaian nilai akhir 73 mahasiswa TRKJ dari tiga kelas pada semester 2025/1. Hasil kajian menunjukkan bahwa empat pilar CT, yaitu dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma, dapat dioperasionalkan melalui representasi graf, matriks ketetanggaan, analisis konektivitas, pencarian lintasan terpendek, dan *minimum spanning tree* dalam konteks jaringan komputer. Bukti empiris dalam literatur menunjukkan peningkatan yang signifikan, antara lain pada pembelajaran berbasis multimedia interaktif terhadap CT matematis ($p = 0,001$) dan pembelajaran berbasis soal CT terhadap kemampuan pemecahan masalah ($p < 0,001$), tetapi efektivitas pembelajaran berbasis masalah tidak selalu signifikan dan bergantung pada desain pembelajaran. Data capaian mahasiswa menunjukkan rata-rata nilai akhir 76,27, dengan 21 dari 73 mahasiswa (28,8%) memperoleh grade C+ atau lebih rendah. Temuan ini menempatkan integrasi CT–Teori Graf sebagai kerangka konseptual yang relevan untuk memperkuat pemecahan masalah dan mengontekstualisasikan Teori Graf pada persoalan jaringan komputer, sedangkan efektivitasnya masih perlu diuji melalui penelitian eksperimen atau kuasi-eksperimen.

PENDAHULUAN

Di era transformasi digital, *Computational Thinking* (CT) telah menjadi salah satu kompetensi kognitif paling krusial yang perlu dikembangkan di jenjang pendidikan tinggi, khususnya pada rumpun ilmu teknik dan komputer. Secara konseptual, CT didefinisikan sebagai fondasi berpikir yang diperlukan untuk memecahkan masalah secara efektif dan efisien, baik dengan maupun tanpa bantuan komputer, melalui solusi yang bersifat algoritmik dan dapat digunakan kembali pada konteks lain (Barr & Stephenson, 2011). Definisi ini menegaskan bahwa CT terdiri atas beberapa elemen inti, meliputi dekomposisi, abstraksi, perancangan algoritma, debugging, iterasi, dan generalisasi (Shute et al., 2017), yang beririsan dengan empat pilar CT yang lebih dahulu dipopulerkan pada jenjang pendidikan dasar dan menengah, yaitu dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma (Barr & Stephenson, 2011).

Meskipun awalnya dikembangkan untuk konteks pendidikan K-12, CT kini semakin relevan diterapkan pada jenjang pendidikan tinggi, termasuk dalam pembelajaran matematika (Pérez, 2018). Pérez

(2018) menegaskan bahwa CT tidak hanya berkaitan dengan keterampilan kognitif semata, tetapi juga melibatkan disposisi berpikir seperti toleransi terhadap ambiguitas, ketekunan, dan kemampuan berkolaborasi dalam menghadapi masalah matematis yang kompleks. Untuk mengukur disposisi tersebut secara empiris, (Jong et al., 2020) mengembangkan instrumen pengukuran CT tervalidasi dengan tiga dimensi utama, yaitu *inclination* (kecenderungan), *capability* (kapabilitas), dan *sensitivity* (kepekaan). Pada jenjang perguruan tinggi teknik, (Varela et al., 2019) menemukan bahwa mahasiswa baru program studi teknik memiliki tingkat keterampilan CT yang bervariasi pada lima aspek, yakni berpikir kritis, berpikir algoritmik, pemecahan masalah, kooperativitas, dan kreativitas—temuan yang relevan pula bagi mahasiswa program studi rumpun teknik lainnya, termasuk Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan (TRKJ).

Pada Program Studi TRKJ, mata kuliah Matematika Diskrit merupakan fondasi teoretis yang sangat penting, khususnya pada materi Teori Graf (*Graph Theory*) yang banyak diaplikasikan dalam pemodelan topologi jaringan, perutean (*routing*), dan optimasi infrastruktur (Deo, 2016). Sebuah graf,

menurut Deo (2016), terdiri atas himpunan simpul (*vertices*) dan sisi (*edges*) yang merepresentasikan objek serta relasi di antaranya sebuah abstraksi yang ideal untuk memodelkan perangkat jaringan seperti *router*, *switch*, dan *host* beserta tautan yang menghubungkannya. Rosen (2019) turut menegaskan bahwa struktur graf merupakan salah satu tema sentral dalam kurikulum Matematika Diskrit karena kemampuannya memodelkan hampir seluruh persoalan relasional dalam ilmu komputer.

Teori Graf memiliki hubungan yang erat dengan topologi jaringan komputer karena struktur jaringan pada dasarnya dapat direpresentasikan sebagai suatu graf yang menggambarkan hubungan antarperangkat. Dalam representasi tersebut, perangkat seperti komputer, *router*, *switch*, dan *server* dapat dimodelkan sebagai *vertex* atau simpul, sedangkan hubungan atau media komunikasi antarp perangkat direpresentasikan sebagai *edge* atau sisi. Pemodelan tersebut memungkinkan struktur jaringan yang kompleks direduksi menjadi bentuk matematis yang lebih sederhana sehingga hubungan, konektivitas, dan jalur komunikasi dapat dianalisis secara sistematis. Ruhimat et al. menunjukkan bahwa jaringan komputer dapat dimodelkan sebagai graf dengan perangkat sebagai *vertex* dan koneksi antarperangkat sebagai *edge*, kemudian model tersebut digunakan untuk menganalisis efisiensi dan reliabilitas topologi jaringan.

Hubungan tersebut menjadi semakin jelas ketika konsep-konsep dasar Teori Graf dikaitkan dengan jenis topologi jaringan komputer. Topologi *star*, misalnya, dapat direpresentasikan sebagai graf dengan satu simpul pusat yang terhubung dengan beberapa simpul lainnya. Topologi *ring* dapat direpresentasikan sebagai graf berbentuk siklus (*cycle*), sedangkan topologi *mesh* menunjukkan adanya sejumlah hubungan antarsimpul yang lebih kompleks. Topologi *tree* juga memiliki keterkaitan langsung dengan konsep *tree* dalam Teori Graf. Dengan demikian, pembelajaran topologi jaringan tidak hanya dapat dilakukan melalui pengenalan bentuk fisik atau konfigurasi perangkat, tetapi juga melalui analisis struktur matematis yang mendasarinya. Literatur mengenai topologi jaringan komputer juga menunjukkan bahwa konsep *graph theory*, *minimum spanning tree*, *routing*, dan konektivitas dapat digunakan untuk menganalisis serta merancang topologi jaringan.

Selanjutnya, hubungan antara Teori Graf dan jaringan komputer dapat diperluas melalui konsep lintasan (*path*), jarak, konektivitas, *cycle*, dan

spanning tree. Dalam konteks jaringan, *path* dapat digunakan untuk merepresentasikan jalur yang ditempuh data dari satu perangkat menuju perangkat lainnya. Konsep *shortest path* dapat digunakan untuk mencari jalur komunikasi dengan jarak atau biaya minimum, sedangkan *minimum spanning tree* dapat digunakan untuk memperoleh struktur koneksi yang menghubungkan seluruh simpul dengan total bobot minimum. Oleh karena itu, algoritma seperti Dijkstra, Prim, dan Kruskal tidak hanya memiliki nilai matematis, tetapi juga memiliki konteks aplikatif yang kuat dalam perancangan, optimasi, dan analisis jaringan komputer. Penelitian mengenai model topologi jaringan berbasis graf menunjukkan bahwa pemilihan struktur graf dapat dikaitkan dengan efisiensi, reliabilitas, jumlah koneksi, serta kebutuhan terhadap jalur komunikasi yang pendek.

Keterkaitan tersebut memiliki implikasi penting terhadap pembelajaran mahasiswa D4 Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan. Mahasiswa dapat diarahkan untuk menerjemahkan permasalahan jaringan nyata ke dalam model graf, mengidentifikasi simpul dan hubungan yang relevan, menganalisis struktur jaringan, serta menentukan solusi berdasarkan algoritma yang sesuai. Proses tersebut sejalan dengan prinsip *Computational Thinking*, khususnya dekomposisi ketika mahasiswa memecah jaringan menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana, pengenalan pola ketika mahasiswa mengidentifikasi karakteristik suatu topologi, abstraksi ketika mahasiswa mengubah jaringan fisik menjadi model graf, dan perancangan algoritma ketika mahasiswa menentukan langkah penyelesaian menggunakan algoritma pencarian lintasan atau *spanning tree*. Dengan demikian, Teori Graf dapat berfungsi sebagai jembatan konseptual antara matematika diskrit dan permasalahan nyata dalam bidang jaringan komputer.

Tabel 1. Keterkaitan Konsep Teori Graf dengan Topologi Jaringan Komputer

Konsep Teori Graf	Representasi pada Jaringan Komputer	Contoh Penerapan
<i>Vertex/Node</i>	Komputer, <i>router</i> , <i>switch</i> , <i>server</i>	Identifikasi perangkat jaringan
<i>Edge</i>	Kabel hubungan komunikasi	Identifikasi koneksi antarp perangkat
<i>Degree</i>	Jumlah koneksi suatu perangkat	Analisis keterhubungan perangkat
<i>Path</i>	Jalur komunikasi antarp perangkat	Penentuan rute pengiriman data
<i>Shortest Path</i>	Jalur komunikasi dengan jarak/biaya	Routing dan pencarian rute optimal

Konsep Teori Graf	Representasi pada Jaringan Komputer	Contoh Penerapan
	minimum	
<i>Cycle</i>	Jalur tertutup dalam jaringan	Analisis topologi ring dan redundansi
<i>Connectivity</i>	Kemampuan perangkat terhubung	Analisis keterhubungan saling jaringan
<i>Spanning Tree</i>	Struktur menghubungkan seluruh node tanpa siklus	yang Penyederhanaan struktur koneksi
<i>Minimum Spanning Tree</i>	Spanning tree dengan total bobot minimum	Optimasi pembangunan jaringan
<i>Graph Topology</i>	Model matematis struktur jaringan	Analisis dan desain topologi

Sebagai contoh, suatu jaringan komputer yang terdiri atas beberapa *router* dan *switch* dapat direpresentasikan sebagai graf berbobot, dengan perangkat sebagai *vertex*, koneksi sebagai *edge*, dan bobot sebagai jarak, biaya, atau parameter tertentu pada hubungan ant perangkat. Mahasiswa kemudian dapat diminta menentukan jalur terpendek dari perangkat sumber menuju perangkat tujuan menggunakan algoritma Dijkstra. Permasalahan tersebut secara bersamaan melatih kemampuan dekomposisi, abstraksi, pengenalan pola, dan perancangan algoritma. Dalam konteks pembelajaran, mahasiswa tidak hanya menyelesaikan persoalan secara prosedural, tetapi juga perlu menentukan informasi yang relevan, membangun representasi graf, memilih algoritma yang sesuai, dan menginterpretasikan solusi dalam konteks jaringan komputer. Pendekatan pemodelan jaringan menggunakan graf telah digunakan dalam penelitian untuk membandingkan struktur topologi berdasarkan efisiensi dan reliabilitas jaringan.

Berdasarkan kondisi tersebut, artikel ini bertujuan mengkaji bagaimana empat pilar *Computational Thinking* dapat diintegrasikan dengan konsep Teori Graf dan dikontekstualisasikan pada pembelajaran Matematika Diskrit mahasiswa Program Studi TRKJ. Kajian ini diarahkan untuk menjawab dua pertanyaan: (1) bagaimana temuan penelitian terdahulu menunjukkan keterkaitan *Computational Thinking* dengan kemampuan pemecahan masalah matematis; dan (2) bagaimana empat pilar *Computational Thinking* dapat dipetakan ke dalam konsep Teori Graf yang relevan dengan konteks jaringan komputer?

TINJAUAN PUSTAKA

Sejumlah penelitian empiris menunjukkan bahwa *Computational Thinking* (CT) berpotensi mendukung kemampuan pemecahan masalah matematis. Angraini et al. (2022) menemukan peningkatan kemampuan CT matematis yang signifikan melalui bahan ajar berbasis multimedia interaktif dengan nilai signifikansi uji ANOVA dua jalur sebesar $0,001 < 0,05$. Sejalan dengan itu, Kaswar dan Nurjannah (2024) melalui penggunaan instrumen soal berbasis *Computational Thinking* yang dikembangkan oleh Bebras menunjukkan bahwa CT efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika dengan nilai probabilitas 0,000. Hidayat et al. (2024) melalui studi literatur juga menyimpulkan bahwa penerapan CT dalam penyelesaian soal cerita matematika dapat menghasilkan proses penyelesaian yang lebih efisien serta mendukung kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Temuan tersebut diperkuat oleh kajian pada tingkat sistematis. Tang et al. (2020) dan Khoo et al. (2022) menunjukkan bahwa penelitian mengenai asesmen dan integrasi CT dalam pendidikan matematika terus berkembang, meskipun terdapat keragaman pendekatan dan instrumen pengukuran antarpelelitian. Rosadi et al. (2025), melalui tinjauan literatur sistematis terhadap publikasi periode 2021–2024, juga menunjukkan konsistensi manfaat integrasi CT dalam pembelajaran matematika dan mengidentifikasi peluang pengembangannya melalui keterkaitan dengan *Systems Thinking*. Perspektif tersebut relevan bagi mahasiswa Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan (TRKJ) karena jaringan komputer merupakan sistem yang terdiri atas berbagai komponen yang saling terhubung dan berinteraksi.

Namun demikian, bukti empiris mengenai efektivitas CT tidak sepenuhnya menunjukkan hasil yang seragam. Moreno-Palma et al. (2024) melalui desain kuasi-eksperimen menemukan bahwa *problem-based learning* (PBL) dan *problem solving* konvensional tidak secara signifikan meningkatkan CT mahasiswa, sedangkan pendekatan *analysis of solved problems* menunjukkan hasil yang lebih efektif. Sampini et al. (2021) juga tidak menemukan perbedaan signifikan antara PBL dan *problem solving* terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika secara umum, meskipun kemampuan berpikir kreatif mahasiswa serta interaksinya dengan metode pembelajaran memberikan pengaruh yang signifikan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pengembangan CT tidak berlangsung secara otomatis, tetapi dipengaruhi oleh desain aktivitas pembelajaran dan karakteristik kognitif mahasiswa.

Di sisi lain, penelitian mengenai Teori Graf dalam pembelajaran Matematika Diskrit lebih banyak berfokus pada pemahaman konsep dan kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan graf. Mardiani (2017) menemukan bahwa kesalahan mahasiswa pada Teori Graf terutama berkaitan dengan pemahaman simbol dan konsep dasar graf, termasuk konsep derajat pada graf berloop. Nasution et al. (2020) juga menunjukkan bahwa performa mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan graf pada mata kuliah Matematika Diskrit masih belum optimal. Temuan tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa tidak hanya membutuhkan penguasaan prosedur penyelesaian, tetapi juga pendekatan berpikir yang membantu mereka mengidentifikasi informasi, menyederhanakan permasalahan, membangun representasi, dan menentukan langkah penyelesaian secara sistematis.

Berdasarkan sintesis penelitian terdahulu tersebut, terdapat research gap yang masih perlu dikaji. Penelitian sebelumnya telah memberikan bukti mengenai manfaat CT dalam pembelajaran matematika dan menunjukkan adanya permasalahan konseptual dalam pembelajaran Teori Graf, tetapi kajian yang secara khusus mengintegrasikan empat pilar CT, yaitu dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma, dengan konsep Teori Graf serta mengontekstualisasikannya pada persoalan jaringan komputer mahasiswa TRKJ masih relatif terbatas. Dengan demikian, masih diperlukan suatu kerangka konseptual yang tidak hanya membahas CT sebagai keterampilan berpikir secara umum, tetapi juga menunjukkan bagaimana setiap pilar CT dapat diterapkan secara konkret pada konsep-konsep Teori Graf yang memiliki relevansi langsung dengan bidang jaringan komputer.

Novelty penelitian ini terletak pada pengembangan kerangka konseptual integrasi Computational Thinking dan Graph Theory yang secara eksplisit memetakan empat pilar CT ke dalam konsep Teori Graf dan menghubungkannya dengan permasalahan jaringan komputer pada konteks pendidikan mahasiswa TRKJ. Dekomposisi diarahkan pada pemecahan struktur jaringan menjadi komponen yang lebih sederhana; pengenalan pola digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik struktur graf dan topologi jaringan; abstraksi digunakan untuk mengubah jaringan fisik menjadi representasi matematis seperti graf dan matriks ketetanggaan; sedangkan perancangan algoritma diterapkan melalui algoritma Dijkstra, Prim, dan Kruskal untuk menyelesaikan persoalan lintasan terpendek dan *minimum spanning tree*. Dengan

demikian, penelitian ini menempatkan Teori Graf sebagai jembatan konseptual antara matematika diskrit dan persoalan teknis jaringan komputer, sehingga pembelajaran tidak berhenti pada penguasaan konsep matematis, tetapi diarahkan pada kemampuan memodelkan dan menyelesaikan permasalahan yang relevan dengan bidang keahlian mahasiswa TRKJ.

Selain pengembangan kerangka konseptual tersebut, penelitian ini menggunakan data deskriptif capaian belajar mahasiswa TRKJ sebagai baseline kontekstual untuk menggambarkan kondisi pembelajaran Matematika Diskrit sebelum penerapan kerangka CT-Graph Theory secara terstruktur. Data tersebut tidak digunakan untuk menyimpulkan hubungan kausal atau efektivitas intervensi, tetapi berfungsi sebagai landasan empiris untuk menunjukkan kebutuhan penguatan strategi pembelajaran. Posisi penelitian ini dengan demikian berbeda dari penelitian terdahulu yang umumnya menguji CT melalui intervensi pembelajaran tertentu atau mengkaji kesulitan Teori Graf secara terpisah.

Berdasarkan *research gap* tersebut, penelitian ini bertujuan mengkaji bagaimana empat pilar *Computational Thinking* dapat diintegrasikan dengan konsep Teori Graf dan dikontekstualisasikan pada pembelajaran Matematika Diskrit mahasiswa Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan. Penelitian ini secara khusus diarahkan untuk menjawab dua pertanyaan, yaitu: (1) bagaimana temuan penelitian terdahulu menunjukkan keterkaitan *Computational Thinking* dengan kemampuan pemecahan masalah matematis; dan (2) bagaimana empat pilar *Computational Thinking* dapat dipetakan ke dalam konsep Teori Graf yang relevan dengan konteks jaringan komputer?

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif melalui *systematic literature review* (SLR) dan analisis kerangka konseptual. Prosedur pengumpulan dan penyaringan literatur mengacu pada tahapan *Systematic Literature Review* (SLR) yang meliputi identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, dan inklusi (Rosadi et al., 2025). Literatur yang dianalisis mencakup artikel jurnal internasional dan nasional, prosiding, serta buku referensi yang membahas *Computational Thinking*, *Graph Theory*, dan pembelajaran Matematika Diskrit, dengan rentang tahun publikasi 2011–2025. Pendekatan tinjauan sistematis ini merujuk pada kajian terdahulu mengenai asesmen dan integrasi CT dalam

pendidikan matematika (Khoo et al., 2022; Tang et al., 2020).

Analisis literatur difokuskan pada penyelarasan empat pilar CT, yaitu dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma, dengan elemen-elemen *Graph Theory*, serta sintesis bukti empiris mengenai keterkaitan pendekatan tersebut dengan kemampuan pemecahan masalah matematis. Selain data literatur, penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data capaian belajar mahasiswa Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan (TRKJ) pada mata kuliah Matematika Diskrit Periode 20251 (semester ganjil 2025/2026). Data diperoleh dari laporan resmi akademik/Sistem Informasi Akademik Terpadu (SIKAD) Politeknik Negeri Tanah Laut. Data mencakup 73 mahasiswa yang terbagi dalam tiga kelas paralel, yaitu TKJ1A sebanyak 24 mahasiswa, TKJ1B sebanyak 25 mahasiswa, dan TKJ1C sebanyak 24 mahasiswa.

Data sekunder tersebut berupa nilai akhir mahasiswa yang disajikan secara agregat berdasarkan kelas. Komponen penilaian terdiri atas Tugas (20%), Ujian Tengah Semester/UTS (30%), Ujian Akhir Semester/UAS (30%), dan Aktivitas Partisipatif (20%) yang meliputi kehadiran dan keaktifan. Data kemudian dianalisis secara deskriptif untuk memperoleh gambaran capaian belajar mahasiswa, meliputi rata-rata nilai tugas, UTS, UAS, nilai akhir, serta distribusi grade akhir. Data sekunder ini digunakan sebagai baseline kontekstual untuk menggambarkan kondisi capaian belajar mahasiswa sebelum penerapan kerangka pembelajaran *Computational Thinking–Graph Theory* secara terstruktur dan tidak digunakan sebagai bukti efektivitas kausal dari kerangka yang diusulkan.

Seluruh data mahasiswa disajikan dalam bentuk agregat per kelas tanpa mencantumkan nama maupun Nomor Induk Mahasiswa (NIM), sehingga identitas individu tidak diungkapkan. Penggunaan data sekunder tersebut dilakukan untuk memberikan konteks empiris terhadap hasil kajian literatur dan mendukung argumentasi mengenai kebutuhan penguatan strategi pembelajaran Matematika Diskrit pada mahasiswa TRKJ.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep dan Urgensi Computational Thinking dalam Pendidikan Tinggi Teknik

CT merupakan proses berpikir yang melibatkan formulasi masalah beserta solusinya sedemikian rupa

sehingga dapat dieksekusi oleh agen pemroses informasi, baik manusia maupun mesin (Shute et al., 2017). Enam elemen inti CT menurut kerangka tersebut antara lain dekomposisi, abstraksi, perancangan algoritma, *debugging*, iterasi, dan generalisasi yang pada dasarnya beririsan dengan empat pilar CT versi (Barr & Stephenson, 2011), yaitu dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma. Kedua kerangka ini saling melengkapi dan dapat diadaptasi pada konteks pendidikan tinggi teknik.

Selain aspek keterampilan (*skills*), Pérez (2018) menekankan pentingnya disposisi CT, toleransi terhadap ambiguitas, ketekunan, dan kolaborasi sebagai prasyarat psikologis bagi mahasiswa dalam menghadapi persoalan matematis yang kompleks dan tidak terstruktur. Disposisi ini dapat diukur secara kuantitatif melalui instrumen yang dikembangkan (Jong et al., 2020), yang mencakup dimensi *inclination*, *capability*, dan *sensitivity*. Konsep disposisi CT juga dapat menjadi pertimbangan dalam penelitian lanjutan yang menguji kesiapan mahasiswa sebelum dan sesudah penerapan kerangka pembelajaran CT-Graph Theory.

Relevansi CT bagi mahasiswa rumpun teknik diperkuat oleh temuan (Varela et al., 2019), yang mengukur keterampilan CT mahasiswa baru fakultas teknik pada lima dimensi: berpikir kritis, berpikir algoritmik, pemecahan masalah, kooperativitas, dan kreativitas. Studi tersebut menegaskan bahwa keterampilan CT bukan sesuatu yang otomatis dimiliki mahasiswa teknik sejak awal perkuliahan, melainkan perlu terus dilatih secara eksplisit dalam kurikulum, termasuk melalui mata kuliah dasar seperti Matematika Diskrit. Perspektif perkembangan ini didukung pula oleh (Louka & Papadakis, 2024), yang menunjukkan bahwa fondasi CT seperti modularitas dan struktur kontrol dasar sudah dapat mulai dibina sejak usia prasekolah, sehingga penguatan CT di jenjang perguruan tinggi pada dasarnya merupakan kelanjutan dari proses pembinaan berpikir komputasional yang berkesinambungan.

Tantangan Pembelajaran Matematika Diskrit dan Teori Graf pada Mahasiswa TRKJ

Sebagai salah satu materi inti pada mata kuliah Matematika Diskrit, Teori Graf menyediakan abstraksi matematis untuk memodelkan situasi fisik berupa objek-objek terpisah beserta relasinya (Deo, 2016). Pada konteks TRKJ, simpul (*vertex*) merepresentasikan perangkat keras jaringan seperti *router*, *switch*, atau *host*, sedangkan sisi (*edge*) merepresentasikan tautan fisik maupun logis di antara perangkat tersebut. Persoalan interkoneksi

jaringan berbiaya minimum atau bebas redundansi dapat direpresentasikan melalui konsep pohon rentang minimum (*minimum spanning tree*) maupun analisis sirkuit dalam sebuah graf (Deo, 2016). Rosen (2019) menegaskan bahwa struktur graf merupakan salah satu tema sentral dalam kurikulum Matematika Diskrit karena kemampuannya memodelkan hampir seluruh persoalan relasional dalam ilmu komputer.

Sayangnya, penguasaan mahasiswa terhadap materi ini masih menghadapi berbagai kendala. Secara nasional, (Wijaya et al., 2024) melaporkan bahwa penurunan capaian matematika Indonesia pada asesmen PISA 2022 dipengaruhi oleh kombinasi faktor kurikulum, keterbatasan sumber daya pembelajaran, serta faktor individual siswa menjadi kondisi yang turut membentuk latar belakang kemampuan matematis mahasiswa baru, termasuk di program studi TRKJ. Secara lebih spesifik pada topik graf, (Dian Mardiani, 2017) menemukan bahwa dari 34 mahasiswa yang diteliti, kesalahan yang paling dominan adalah kekeliruan mengingat riwayat dan simbol dasar teori graf, diikuti kesalahan penulisan simbol derajat simpul serta kesalahan memahami konsep derajat pada graf berloop. Penelitian (Nasution et al., 2020) turut menegaskan bahwa performa mahasiswa dalam menjawab soal-soal graf pada mata kuliah Matematika Diskrit secara umum masih berada pada kategori belum optimal, mengindikasikan adanya kesenjangan antara pemahaman konsep teoretis dan kemampuan aplikatif dalam menyelesaikan persoalan graf. Temuan-temuan ini memperkuat urgensi penerapan kerangka kerja CT yang terstruktur guna membantu mahasiswa memecah kompleksitas materi graf menjadi langkah-langkah yang lebih mudah dipahami dan dieksekusi

Data Empiris Capaian Belajar Mahasiswa TRKJ pada Mata Kuliah Matematika Diskrit

Berbeda dengan temuan Mardiani (2017) pada Tabel 1 yang bersumber dari mahasiswa Program Studi TRKJ, bagian ini menyajikan data capaian belajar riil mahasiswa Program Studi D4 TRKJ Politeknik Negeri Tanah Laut pada mata kuliah Matematika Diskrit Periode 20251 (Ganjil 2025/2026) sebagai pelengkap kontekstual yang lebih spesifik. Data bersumber dari tiga kelas paralel, yaitu TKJ1A ($n = 24$), TKJ1B ($n = 25$), dan TKJ1C ($n = 24$), dengan total 73 mahasiswa. Komponen penilaian mencakup Tugas (bobot 20%), Ujian Tengah Semester/UTS (bobot 30%), Ujian Akhir Semester/UAS (bobot 30%), serta Aktivitas Partisipatif (bobot 20%) yang terdiri atas kehadiran dan keaktifan. Data disajikan secara agregat per kelas tanpa mencantumkan nama

maupun Nomor Induk Mahasiswa (NIM) individu, sejalan dengan prinsip etika penelitian dan perlindungan data pribadi.

Tabel 2. Capaian Belajar Mahasiswa TRKJ pada Mata Kuliah Matematika Diskrit

Kelas	Rata-Rata Tugas (20%)	Rata-rata UTS (30%)	Rata-rata UAS (30%)	Nilai Akhir
TKJ 1A	86.10	60.08	72.67	75.09
TKJ 1B	86.17	75.08	68.72	78.10
TKJ 1C	86.54	67.17	67.67	75.54
Rata-rata Keseluruhan	86.27	67.55	69.67	76.27

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata nilai Tugas (86.27) secara konsisten lebih tinggi dibandingkan rata-rata nilai UTS (67.55) dan UAS (69.67) pada ketiga kelas. Pola tersebut menunjukkan bahwa capaian mahasiswa pada penilaian berbasis tugas lebih tinggi dibandingkan evaluasi berbasis ujian. Namun, data agregat ini belum memungkinkan identifikasi capaian mahasiswa secara khusus pada submateri Teori Graf.i. Mengingat materi Teori Graf merupakan salah satu pokok bahasan inti yang diujikan pada UAS mata kuliah Matematika Diskrit periode tersebut, capaian UAS yang relatif moderat ini sejalan dengan pola kesulitan konseptual yang diidentifikasi Mardiani (2017) pada Tabel 2, maupun performa yang belum optimal sebagaimana dilaporkan Nasution et al. (2020), sekalipun data agregat ini tidak memungkinkan pemisahan capaian per sub-topik secara rinci

Tabel 3. Distribusi Nilai Akhir Mahasiswa TRKJ pada Mata Kuliah Matematika Diskrit

Nilai	Jumlah Mahasiswa	Persentase
A	29	39.7%
B+	13	17.8%
B	10	13.7%
C+	19	26.0%
D+	2	2.7%
Total	73	100%

Berdasarkan Tabel 2, sebanyak 52 dari 73 mahasiswa (71.2%) memperoleh grade akhir baik (A, B+, atau B), sedangkan 21 mahasiswa (28.8%), termasuk 2 mahasiswa dengan grade D+, masih berada pada kategori C+ atau lebih rendah. Data tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat proporsi mahasiswa yang memerlukan penguatan capaian pembelajaran pada mata kuliah Matematika Diskrit. Perlu ditegaskan bahwa data pada bagian ini bersifat deskriptif dan merupakan potret capaian belajar reguler sebelum diterapkannya intervensi pembelajaran berbasis Computational Thinking

secara terstruktur. Dengan demikian, data ini berfungsi sebagai *baseline* yang memperkuat urgensi penerapan kerangka CT-Graph Theory yang diuraikan pada bagian 3.4 dan 3.5, bukan sebagai bukti efektivitas kausal dari intervensi tersebut. Temuan tersebut menjadi konteks pendukung bagi perlunya pengembangan strategi pembelajaran yang lebih terstruktur, termasuk melalui pendekatan CT.

Dokumentasi Proses Pemecahan Masalah Mahasiswa

Sebagai ilustrasi terhadap proses pemecahan masalah dalam mata kuliah Matematika Diskrit, dokumentasi hasil pengerjaan mahasiswa menunjukkan adanya tahapan penyelesaian yang dilakukan secara sistematis, mulai dari representasi masalah, penyusunan tabel kebenaran, identifikasi minterm dan maxterm, penyederhanaan fungsi Boolean dalam bentuk *Sum of Products* (SOP) dan *Product of Sums* (POS) yang seperti terlihat pada gambar di bawah ini

The image shows a student's handwritten work on a math problem. At the top, there is a logic gate diagram with three inputs labeled x, y, and z. The first two inputs, x and y, are connected to an AND gate. The output of this AND gate is labeled 'xy'. This output 'xy' and the third input 'z' are then connected to a second AND gate. The final output of this second gate is labeled 'xy + x'z'. Below the diagram is a truth table with columns for x, y, z, xy, x'z, and xy + x'z. The table contains 8 rows of binary values (0 and 1). Below the truth table, the student has written the SOP and POS derivations. The SOP is given as $m_1 + m_2 + m_3 + m_7$ and the POS as $(x + y + z)(x + y' + z)(x' + y + z)$. At the bottom, the final SOP expression is written as $SOP = xy + x'y + x'yz + xyz$.

x	y	z	xy	x'z	xy + x'z
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	1

SOP: $m_1 + m_2 + m_3 + m_7$
 POS: $(x + y + z)(x + y' + z)(x' + y + z)$
 Fungsi: $SOP = xy + x'y + x'yz + xyz$

Gambar 1. Dokumentasi Hasil Pengerjaan Mahasiswa (Tabel Kebenaran, SOP dan POS)

Selain itu, penyelesaian soal berupa representasi fungsi dalam bentuk rangkaian gerbang logika. Proses tersebut memperlihatkan bahwa mahasiswa tidak hanya berorientasi pada jawaban akhir, tetapi juga melakukan serangkaian transformasi representasi untuk memperoleh dan memverifikasi solusi. Aktivitas ini memberikan ilustrasi kontekstual mengenai proses *problem solving* pada pembelajaran Matematika Diskrit yang selanjutnya dapat dikembangkan melalui pendekatan *Computational Thinking* pada materi Teori Graf

The image shows a student's handwritten work. At the top, there is a logic gate diagram with three inputs labeled x, y, and z. The first two inputs, x and y, are connected to an AND gate. The output of this AND gate is labeled 'xy'. This output 'xy' and the third input 'z' are then connected to a second AND gate. The final output of this second gate is labeled 'xy + x'z'. Below the diagram is a truth table with columns for x, y, z, xy, x'z, and xy + x'z. The table contains 8 rows of binary values (0 and 1). To the right of the truth table, there is a handwritten note: '⇒ label kebenaran'.

x	y	z	xy	x'z	xy + x'z
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	1

⇒ label kebenaran

Gambar 2. Dokumentasi Hasil Pengerjaan Mahasiswa (Rangkaian Gambar Logika)

Dokumentasi tersebut memperlihatkan bahwa penyelesaian persoalan Matematika Diskrit melibatkan proses berpikir bertahap, yaitu mengidentifikasi informasi yang diberikan, merepresentasikan informasi dalam bentuk yang lebih terstruktur, melakukan transformasi terhadap representasi tersebut, dan melakukan verifikasi terhadap hasil yang diperoleh. Pola penyelesaian semacam ini memiliki keterkaitan dengan prinsip *Computational Thinking*, khususnya dalam aspek dekomposisi, abstraksi, pengenalan pola, dan perancangan langkah penyelesaian. Dalam konteks penelitian ini, pola berpikir tersebut selanjutnya diarahkan pada permasalahan Teori Graf yang memiliki relevansi lebih langsung dengan bidang Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan.

Integrasi Empat Pilar Computational Thinking dalam Materi Graph Theory

Penyelarasan CT dengan Teori Graf dapat diuraikan melalui empat pilar utamanya sebagai berikut.

Pertama, Dekomposisi (*Decomposition*). Mahasiswa dilatih memecah graf jaringan yang kompleks menjadi komponen-komponen terhubung (*connected components*) yang lebih sederhana, misalnya dengan mengidentifikasi titik potong (*cut-vertices*) dan himpunan potong (*cut-sets*) untuk menemukan segmen jaringan yang rentan terhadap kegagalan (Deo, 2016). Keterampilan dekomposisi ini sejalan dengan prinsip reduksi masalah (*problem reduction*) yang diuraikan (Rambally, 2019) sebagai salah satu elemen kunci CT *unplugged* dalam penyelesaian masalah graf.

Kedua, Pengenalan Pola (*Pattern Recognition*). Mahasiswa dilatih mengenali keteraturan struktural pada graf, misalnya pola derajat simpul untuk menentukan keberadaan sirkuit Euler atau sirkuit

Hamilton, maupun pola topologi jaringan (*star*, *ring*, atau *mesh*) yang berimplikasi pada potensi bottleneck aliran data. Kemampuan ini berkaitan erat dengan elemen generalisasi dalam model CT (Shute et al., 2017), yaitu kemampuan menarik pola umum dari berbagai kasus graf yang berbeda untuk diterapkan pada persoalan jaringan baru.

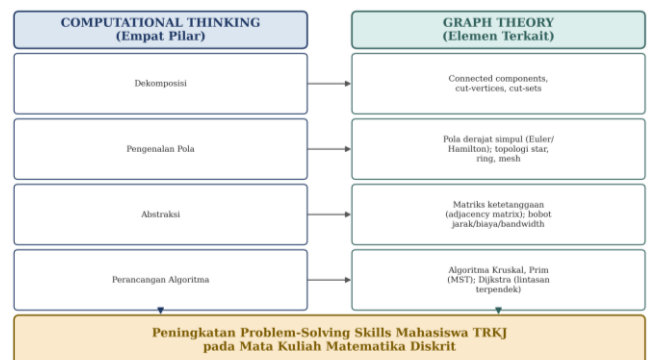
Ketiga, Abstraksi (*Abstraction*). Mahasiswa belajar menyembunyikan detail teknis yang tidak krusial seperti merek perangkat atau jenis kabel dan berfokus pada variabel inti berupa bobot jarak, biaya, atau bandwidth yang direpresentasikan dalam matriks ketetanggaan (*adjacency matrix*) (Deo, 2016). Proses ini merupakan wujud konkret dari disposisi abstraksi yang ditekankan Pérez (2018) sebagai kemampuan mereduksi kompleksitas dunia nyata ke dalam representasi matematis yang dapat diproses secara sistematis.

Keempat, Perancangan Algoritma (*Algorithm Design*). Mahasiswa mempelajari dan mensimulasikan algoritma baku seperti Kruskal, Prim, dan Dijkstra untuk menemukan pohon rentang minimum atau lintasan terpendek, maupun heuristik untuk persoalan *traveling-salesman* (Deo, 2016). Relevansi algoritma ini terhadap konteks jaringan komputer dibuktikan secara empiris oleh (Mahardika, 2019), yang menerapkan algoritma Kruskal untuk menentukan *Minimum Spanning Tree* pada perancangan jaringan komputer; hasil penelitiannya menunjukkan bahwa algoritma tersebut mampu menentukan jumlah perangkat yang dibutuhkan secara efisien dan memberikan pemanfaatan sumber daya yang maksimal. Temuan ini menegaskan bahwa perancangan algoritma bukan sekadar latihan matematis abstrak, melainkan keterampilan yang secara langsung dapat diterapkan mahasiswa TRKJ dalam praktik rekayasa jaringan

Tabel 4. Pemetaan Empat Pilar Computational Thinking dengan Elemen Graph Theory dalam Konteks TRKJ

Pilar CT	Deskripsi Konseptual	Elemen <i>Graph Theory</i> Terkait	Contoh Penerapan pada Jaringan (TRKJ)
Dekomposisi	Memecah graf jaringan yang kompleks menjadi komponen-komponen lebih sederhana	<i>Connected components; cut-vertices; cut-sets</i>	Mengidentifikasi segmen jaringan yang rentan terhadap kegagalan (<i>single point of failure</i>)
Pengenalan Pola	Mengenal	Pola	Mendeteksi

Pilar CT	Deskripsi Konseptual	Elemen <i>Graph Theory</i> Terkait	Contoh Penerapan pada Jaringan (TRKJ)
n Pola	keteraturan struktural pada graf	simpul (sirkuit Euler/Hamilton); pola topologi (<i>star, ring, mesh</i>)	potensi aliran data pada topologi jaringan
Abstraksi	Menyembunyi kan detail teknis yang tidak krusial, berfokus pada variabel inti	Matriks ketetanggaan (<i>adjacency matrix</i>); bobot jarak/biaya/ <i>bandwidth</i>	Merepresentasikan topologi jaringan ke dalam matriks untuk pemodelan dan analisis
Perancangan Algoritma	Merancang dan mensimulasikan prosedur langkah demi langkah untuk pemecahan masalah	<i>Algoritma Kruskal, minimum spanning tree</i> ; lintasan terpendek	Merancang interkoneksi jaringan berbiaya minimum dan menentukan rute data tercepat



Gambar 3. Kerangka Konseptual Integrasi *Computational Thinking* dan *Graph Theory*

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi Computational Thinking dengan Teori Graf memiliki relevansi kuat sebagai kerangka pembelajaran Matematika Diskrit pada mahasiswa Program Studi TRKJ. Empat pilar CT yang antara lain dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma selaras secara koheren dengan proses identifikasi topologi jaringan, analisis matriks ketetanggaan, serta implementasi algoritma rute efisien seperti Kruskal, Prim, dan Dijkstra. Bukti empiris dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa intervensi pembelajaran berbasis CT, baik melalui bahan ajar interaktif, instrumen soal berbasis CT, maupun pendekatan *unplugged*, secara umum

berkontribusi positif terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis mahasiswa, sekalipun efektivitasnya tetap bergantung pada ketepatan desain metode pembelajaran yang digunakan. Di sisi lain, data deskriptif capaian belajar mahasiswa TRKJ menunjukkan bahwa masih terdapat proporsi mahasiswa yang memerlukan penguatan capaian pembelajaran Matematika Diskrit. Temuan ini memberikan konteks empiris bagi pengembangan strategi pembelajaran yang lebih terstruktur, termasuk melalui pendekatan CT. Dengan demikian, integrasi Computational Thinking dan Graph Theory dalam pembelajaran Matematika Diskrit tidak hanya memperkuat pemahaman konseptual mahasiswa, tetapi juga mempersiapkan mereka menjadi teknisi sekaligus perancang solusi (*solution designer*) yang mumpuni dalam menghadapi persoalan jaringan komputer di dunia industri. Data deskriptif capaian mahasiswa TRKJ menunjukkan bahwa 21 dari 73 mahasiswa (28,8%) memperoleh grade C+ atau lebih rendah. Data tersebut memberikan konteks empiris mengenai perlunya penguatan strategi pembelajaran Matematika Diskrit, tetapi tidak dapat digunakan sebagai bukti efektivitas kausal kerangka CT-Graph Theory.

Penelitian selanjutnya perlu menguji kerangka CT-Graph Theory melalui desain eksperimen atau kuasi-eksperimen dengan melibatkan *pre-test* dan *post-test*, instrumen pengukuran kemampuan Computational Thinking, serta indikator pemecahan masalah yang terukur. Pengujian tersebut diperlukan untuk mengetahui efektivitas kerangka yang diusulkan secara empiris pada mahasiswa TRKJ.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Tanah Laut, khususnya Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan, yang telah memberikan dukungan institusional dan fasilitas akademik sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Apresiasi secara khusus ditujukan kepada unit pengelola Sistem Informasi Akademik Terpadu (SIPADU) Politeknik Negeri Tanah Laut yang telah memberikan izin dan memfasilitasi akses terhadap data historis capaian pembelajaran mahasiswa, di mana data tersebut sangat berkontribusi sebagai landasan empiris dalam penyusunan kerangka konseptual pada kajian ini. Terakhir, penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh mahasiswa TRKJ karena atas capaian akademik

mahasiswa yang telah dianonimkan menjadi salah satu sumber data sekunder dalam penyusunan kajian ini, sehingga kajian ini dapat memberikan konteks empiris dalam penyusunan rekomendasi strategi pembelajaran Matematika Diskrit.

DAFTAR PUSTAKA

- Angraini, L. M., Arcat, A., & Sohibun, S. (2022). Pengaruh Bahan Ajar Berbasis Multimedia Interaktif terhadap Kemampuan Computational Thinking Matematis Mahasiswa. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 6(2), 370–383. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v6i2.6937>
- Deo, N. (2016). *Graph theory with applications to engineering and computer science*. Dover Publications, Inc.
- Dian Mardiani. (2017). Eksploitasi Kesalahan Konsep Teori Graf dalam Perkuliahan Matematika Diskrit Menggunakan Metode Game “Tantangan Berhadiah Point.” *Mosharafa*, 6(3), 365–372.
- Hidayat, R., Juniati, D., & Khabibah, S. (2024). Studi Literatur: Computational Thinking Dalam Penyelesaian Soal Cerita. *Jurnal Ilmiah Soulmath: Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika*, 12(1), 01–12. <https://doi.org/10.25139/smj.v12i1.7557>
- Jong, M. S.-Y., Geng, J., Chai, C. S., & Lin, P.-Y. (2020). Development and Predictive Validity of the Computational Thinking Disposition Questionnaire. *Sustainability*, 12(11), 4459. <https://doi.org/10.3390/su12114459>
- Kaswar, A. B., & Nurjannah, N. (2024). Keefektifan computational thinking dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. *Sigma: Jurnal Pendidikan Matematika*, 16(1), 109–120. <https://doi.org/10.26618/sigma.v16i1.14574>
- Khoo, N. A. K. A. F., Ishak, N. A. H. N., Osman, S., Ismail, N., & Kurniati, D. (2022). Computational thinking in mathematics education: A systematic review. *AIP Conference Proceedings*, 2633(1). <https://doi.org/10.1063/5.0102618>
- Louka, K., & Papadakis, S. (2024). Enhancing computational thinking in early childhood education through ScratchJr integration. *Heliyon*, 10(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30482>

- Mahardika, F. (2019). Penerapan Teori Graf Pada Jaringan Komputer Dengan Algoritma Kruskal. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 4(1), 48–53. <https://doi.org/10.30591/jpit.v4i1.1032>
- Moreno-Palma, N., Hinojo-Lucena, F.-J., Romero-Rodríguez, J.-M., & Cáceres-Reche, M.-P. (2024). Effectiveness of Problem-Based Learning in the Unplugged Computational Thinking of University Students. *Education Sciences*, 14(7), 693. <https://doi.org/10.3390/educsci14070693>
- Nasution, A. A., Lubis, A., & Firdaus, M. (2020). Performa Mahasiswa dalam Menjawab Permasalahan Graf pada Matakuliah Matematika Diskrit. *Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 4(2), 295–309. <https://doi.org/10.31331/medivesveteran.v4i2.1068>
- Pérez, A. (2018). A framework for computational thinking dispositions in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 49(4), 424–461. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.49.4.0424>
- Politeknik Negeri Tanah Laut. (2026). Laporan nilai perkuliahan mahasiswa Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan mata kuliah Matematika Diskrit, Periode 20251 [Data internal tidak dipublikasikan]. Sistem Informasi Akademik Terpadu (SIKAD), Politeknik Negeri Tanah Laut.
- Rambally, G. (2019). *Applications of Computational Thinking to Solve Graph Problems*. 324–329. <https://www.learntechlib.org/primary/p/207660/>
- Rosadi, D., Agustini, K., Dantes, G. R., & Sudatha, I. G. W. (2025). Integrasi Computational Thinking dalam Pendidikan Matematika: Tinjauan Literatur Sistematis. *Indiktika : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 7(2), 650–664. <https://doi.org/10.31851/indiktika.v7i2.15591>
- Rosen, K. H. (2019). *Discrete mathematics and its applications* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- Sampini, S., Mustaji, M., & Harwanto, H. (2021). Problem based learning dan Problem solving Berpengaruh Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Mimbar Ilmu*, 26(1), 79–87. <https://doi.org/10.23887/mi.v26i1.31501>
- 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>
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 148, 103798. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103798>
- Varela, C., Rebollar, C., García, O., Bravo, E., & Bilbao, J. (2019). Skills in computational thinking of engineering students of the first school year. *Heliyon*, 5(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02820>
- Wijaya, T. T., Hidayat, W., Hermita, N., Alim, J. A., & Talib, C. A. (2024). Exploring contributing factors to PISA 2022 mathematics achievement: Insights from Indonesian teachers. *Infinity Journal*, 13(1), 139–156. <https://doi.org/10.22460/infinity.v13i1.p139-156>