

Profil Keterampilan Berpikir Sistem Mahasiswa pada Materi Listrik Dinamis

Endang Susilawati^{1,2}, Ida Hamidah^{1*}, Nuryani Rustaman¹, Winny Liliawati¹

¹Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

²STKIP Taman Siswa Bima, Bima, Indonesia

*Corresponding Author: idahamidah@upi.edu

Dikirim: 23-04-2026; Direvisi: 04-05-2026; Diterima: 07-05-2026

Abstrak: Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya keterampilan berpikir sistem dalam memahami konsep listrik dinamis yang bersifat kompleks dan saling terhubung, sementara kemampuan tersebut belum berkembang secara optimal pada mahasiswa. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil keterampilan berpikir sistem mahasiswa pada materi listrik dinamis yang dilaksanakan di beberapa perguruan tinggi di Nusa Tenggara Barat (NTB) dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Instrumen penelitian berupa soal pilihan ganda beralasan yang mengukur tujuh indikator keterampilan berpikir sistem, yaitu mengeksplorasi berbagai perspektif, mempertimbangkan masalah, mengenali sistem, mempertahankan batas sistem, membedakan dan mengukur elemen, mengidentifikasi hubungan, serta mencirikan hubungan. Teknik analisis data dilakukan menggunakan persentase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 73% mahasiswa berada pada kategori rendah, 17% pada kategori sedang, dan tidak terdapat mahasiswa yang berada pada kategori tinggi. Capaian mahasiswa lebih dominan pada indikator mengenali sistem, sedangkan kemampuan pada indikator yang berkaitan dengan hubungan dan batas sistem masih relatif rendah. Dengan demikian, disimpulkan bahwa keterampilan berpikir sistem mahasiswa masih dominan rendah. Selanjutnya perlu penelitian lanjutan terkait pengembangan bahan ajar dan strategi pembelajaran yang berorientasi pada keterampilan berpikir sistem sangat diperlukan untuk meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa. Selain itu, studi lanjutan juga perlu mengeksplorasi faktor-faktor yang memengaruhi perkembangan keterampilan tersebut pada berbagai konteks pembelajaran.

Kata Kunci: Keterampilan Berpikir Sistem; Listrik Dinamis; Mahasiswa.

Abstract: This study is motivated by the importance of systems thinking skills in understanding dynamic electricity concepts, which are inherently complex and interconnected, while these skills have not yet been optimally developed among students. The study aims to describe the profile of students' systems thinking skills in the topic of dynamic electricity, conducted at several universities in West Nusa Tenggara (NTB), using a descriptive quantitative method. The research instrument consisted of reasoned multiple-choice questions designed to measure seven indicators of systems thinking skills: exploring multiple perspectives, considering problems, recognizing systems, maintaining system boundaries, distinguishing and measuring elements, identifying relationships, and characterizing relationships. Data were analyzed using percentage techniques. The results indicate that 73% of students fall into the low category, 17% into the moderate category, and none into the high category. Students' performance is more prominent in the indicator of recognizing systems, while their abilities in indicators related to relationships and system boundaries remain relatively low. Therefore, it can be concluded that students' systems thinking skills are predominantly at a low level. Further research is needed to develop instructional materials and learning strategies oriented toward systems thinking skills to enhance students' conceptual understanding.

Keywords: Systems Thinking Skills; Dynamic Electricity; University Students.

PENDAHULUAN

Kompetensi berpikir sistem merupakan kemampuan untuk mengenali dan memahami hubungan, menganalisis sistem yang kompleks, memahami cara sistem tertanam dalam domain dan skala berbeda, dan menghadapi ketidakpastian. Oleh karena itu, hasil pembelajaran sebaiknya yang merangsang pembelajaran dan meningkatkan kompetensi inti, seperti berpikir kritis dan sistematis, pengambilan keputusan kolaboratif, dan mengambil tanggung jawab untuk generasi sekarang dan masa depan (UNESCO, 2017).

Berpikir sistem sangat berperan dalam pembelajaran sains terutama dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Menurut UNESCO (2017), berpikir sistem merupakan salah satu kompetensi kunci yang perlu dikembangkan untuk menghadapi tantangan abad ke-21, karena keterampilan ini membantu individu memahami keterkaitan, pola, serta dinamika dalam suatu sistem yang kompleks. Selain itu, berbagai studi menunjukkan bahwa berpikir sistem diperlukan untuk menganalisis permasalahan multidimensional yang melibatkan aspek lingkungan, sosial, ekonomi, dan teknologi (Trötsch & Schuler, 2021; Liu, 2025). Keterampilan ini dianggap penting dalam pendidikan sains untuk membantu peserta didik mengenali hubungan sebab-akibat, memahami perilaku sistem jangka pendek dan jangka panjang, serta mengidentifikasi interaksi antara berbagai komponen sistem (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2010; Danish et al., 2020). Keterampilan berpikir sistem menjadi kompetensi esensial yang membantu seseorang bertahan dan beradaptasi di abad 21, terutama ketika berhadapan dengan permasalahan global yang kompleks dan memerlukan pemahaman sistemik lintas disiplin ilmu (Karayol & Topsakal, 2025).

Berpikir sistem dalam Fisika sendiri sangat relevan dengan pemahaman metode ilmiah dan untuk mencapai pemahaman holistik mengenai masalah yang berhubungan dengan fisika. Melalui pemikiran sistem mahasiswa ditantang untuk memahami proses ilmiah dari metode, data dan kesimpulan dari suatu permasalahan (Jegstad & Sinnes, 2018). Pendidikan saat ini membutuhkan pengajaran sains dengan pendekatan sistem (Lee et al., 2017). Selain itu pemikiran sistem sangat penting dalam melihat isu-isu dari perspektif yang berbeda. Berpikir sistem membantu mahasiswa mengenali pola, keterkaitan, dan dinamika dalam suatu fenomena fisika yang tidak dapat dipahami hanya melalui analisis linier. Dengan mengintegrasikan berpikir sistem, pembelajaran fisika memungkinkan mahasiswa menghubungkan konsep-konsep abstrak dengan konteks dunia nyata, sehingga mereka dapat mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam dan bermakna terhadap konsep-konsep ilmiah (Assaraf & Orion, 2010; Danish et al., 2020).

Di sisi lain, keterampilan berpikir sistem merupakan komponen dasar pendidikan sains yang diperlukan untuk mengajarkan tentang fenomena yang kompleks (Lee *et al.*, 2017). Pemikiran sistem diperlukan untuk memecahkan masalah yang membutuhkan pertimbangan dan pemahaman banyak elemen. Masalah-masalah baik lokal maupun internasional, membutuhkan keterampilan berpikir sistem dalam skala global. Dengan demikian, pemikiran interdisipliner secara holistik dianggap sebagai prasyarat penting untuk melihat sebuah masalah bagian dari sistem (Jegstad & Sinnes, 2018). Pemikiran sistem sebagian besar dipandu oleh pola khusus sistem, karena asumsi tentang elemen sistem dan hubungan



memainkan utama dalam penalaran tentang tingkat semua pemikiran sistem (Mambrey *et al.*, 2020).

Salah satu materi Fisika yang erat hubungannya dengan keterampilan berpikir sistem adalah listrik dinamis. Listrik dinamis mempelajari arus listrik, tegangan, hambatan, serta interkai komponen dalam suatu rangkaian listrik saat muatan bergerak. Listrik dinamis membahas prinsip-prinsip dasar yang diperlukan untuk memahami sistem kelistrikan. Prinsip dasar yang dimaksud diantaranya adalah hukum Ohm dan Kirchoff. Kedua hukum ini menjelaskan hubungan antara arus listrik, tegangan, hambatan, serta arah muatan dalam rangkaian listrik (Tenny, 2023; Eisenberg, 2025).

Pembahasan hukum Ohm dan Kirchoff sangat penting karena berfungsi sebagai alat berfikir untuk menganalisis rangkaian elektronika lebih lanjut. Hukum-hukum fundamental ini diimplementasikan dari analisis rangkaian sederhana hingga teknik pemodelan jaringan listrik skala besar (Rojas, 2022; Yellisetti & Moser, 2025). Konsep-konsep seperti arus listrik, tegangan, hambatan, daya, dan hukum Kirchoff tidak hanya menjadi dasar bagi penguasaan ilmu fisika, tetapi juga menjadi landasan untuk memahami sistem kelistrikan yang lebih kompleks, seperti sistem distribusi daya, peralatan elektronik, hingga sistem energi terbarukan (Eisenberg, 2025; Kumar, 2021).

Pemahaman konsep-konsep dasar dalam listrik dinamis erat kaitannya dengan keterampilan berpikir sistem. Sebagaimana dijelaskan dalam karakteristik berpikir sistem menurut Arnold dan Wade (2015), seseorang dapat dikatakan menerapkan berpikir sistem apabila mampu mengidentifikasi elemen, interkoneksi, dan tujuan dalam suatu sistem. Ketiga komponen ini menentukan bagaimana elemen-elemen saling memberi masukan dan terhubung sehingga membentuk sistem yang memiliki tujuan jelas dan relevan dengan kehidupan sehari-hari. Pada materi Listrik Dinamis, pemahaman mengenai kuat arus, tegangan, hambatan, rangkaian seri-paralel, dan Hukum Kirchoff memang harus dipandang secara holistik dan terintegrasi, karena konsep-konsep tersebut saling mempengaruhi dalam suatu sistem kelistrikan (Etkina *et al.*, 2019). Kuat arus, tegangan, dan hambatan merupakan elemen yang saling berinteraksi, sehingga perubahan pada salah satu elemen akan berdampak langsung pada perilaku sistem secara keseluruhan (Deslauriers *et al.*, 2019).

Dalam menganalisis rangkaian seri dan paralel, keterampilan berpikir sistem membantu mahasiswa melihat hubungan sebab-akibat yang kompleks, termasuk bagaimana distribusi tegangan dan arus mengikuti pola tertentu sesuai struktur rangkaian (Baptista & Martins, 2023; Periera *et al.*, 2025). Demikian pula dalam penerapan Hukum Kirchoff, berpikir sistem memungkinkan mahasiswa untuk menafsirkan rangkaian sebagai jaringan hubungan, bukan sekadar persamaan matematis, sehingga mereka dapat menyelidiki dan memecahkan masalah rangkaian yang lebih kompleks (Shin *et al.*, 2022).

Urgensi penelitian ini didasarkan pada kompleksitas materi listrik dinamis yang menuntut kemampuan memahami keterkaitan antar komponen (arus, tegangan, hambatan) dalam suatu sistem, sementara keterampilan berpikir sistem mahasiswa masih belum berkembang secara optimal dan belum banyak dipetakan secara komprehensif, khususnya di konteks perguruan tinggi di Nusa Tenggara Barat (NTB). Penelitian lain tentang keterampilan berpikir sistem telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Pengembangan modul untuk melatih keterampilan berpikir sistem di perubahan iklim (Karayol & Topskal, 2025), evaluasi keterampilan



berpikir sistem dengan kasus (Yaner & Sahin, 2024), level berpikir sistem pada siswa SMA (Zaradica etl., 2025). Namun demikian, belum banyak penelitian yang mengukur keterampilan berpikir sistem pada materi listrik dinamis. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil keterampilan berpikir sistem mahasiswa pada materi listrik dinamis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif untuk mengetahui gambaran keterampilan berpikir sistem mahasiswa pada materi listrik dinamis. Penelitian dilakukan terhadap 68 mahasiswa calon guru yang memperoleh materi listrik dinamis pada tahun pertama perkuliahan. Responden penelitian berasal dari beberapa perguruan tinggi di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Penelitian dilakukan pada bulan Maret 2025.

Keterampilan berpikir sistem diukur menggunakan soal pilihan ganda berlesan. Instrumen ini disusun berdasarkan indikator keterampilan berpikir sistem yang dikembangkan oleh Arnold & Wade (2017). Kisi-kisi instrumen tes keterampilan berpikir sistem dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kisi-kisi Tes Keterampilan Berpikir Sistem

Indikator Keterampilan Berpikir Sistem	Jumlah Soal Tiap Indikator
Mengeksplorasi Berbagai Perspektif	4
Mempertimbangkan Isu Secara Tepat	3
Mengenali Sistem	4
Mempertahankan Batas	3
Membedakan dan Mengukur Elemen	4
Mengidentifikasi Hubungan	3
Mencirikan Hubungan	4
Jumlah Total Soal	25

Dalam penelitian ini, instrumen yang digunakan berupa soal pilihan ganda beralasan (*two-tier multiple choice*), yang tidak hanya menilai ketepatan jawaban, tetapi juga kesesuaian alasan yang diberikan oleh mahasiswa. Oleh karena itu, analisis data dilakukan dengan mempertimbangkan dua komponen utama, yaitu jawaban dan alasan. Setiap respons mahasiswa dianalisis secara terpadu untuk menggambarkan tingkat pemahaman konsep listrik dinamis secara lebih komprehensif.

Teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan rubrik penilaian yang mengkategorikan respons mahasiswa ke dalam beberapa tingkat skor berdasarkan kombinasi antara jawaban dan alasan yang diberikan. Kriteria diadopsi dari peneilaian Rintayati et al. (2021). Adapun kriteria penilaian tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Teknik Analisis Data Berdasarkan Soal Pilihan Ganda Beralasan

Skor	Kriteria Penilaian
0	Tidak menjawab pertanyaan
1	Jawaban dan alasan keduanya tidak benar
2	Jawaban benar atau alasan benar (salah satu benar)
3	Jawaban dan alasan keduanya benar



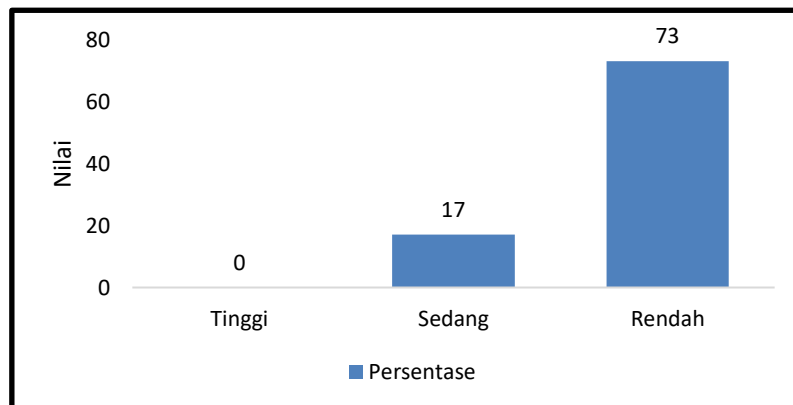
Berdasarkan Tabel 2, setiap respons mahasiswa diberikan skor sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Skor tertinggi menunjukkan bahwa mahasiswa tidak hanya mampu memilih jawaban yang benar, tetapi juga memahami konsep yang mendasari melalui alasan yang tepat. Sebaliknya, skor rendah mengindikasikan adanya miskonsepsi atau ketidakpahaman konsep. Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk menggambarkan tingkat pemahaman konseptual mahasiswa serta mengidentifikasi pola kesalahan yang muncul pada materi listrik dinamis.

Setelah pemberian skor, analisis data keterampilan berpikir sistem mahasiswa juga dilakukan dengan menghitung persentase setiap kategori respons mahasiswa. Persentase ini digunakan untuk melihat distribusi tingkat pemahaman konseptual secara lebih komprehensif pada setiap indikator yang diukur. Melalui analisis persentase, dapat diidentifikasi proporsi mahasiswa yang berada pada kategori pemahaman tinggi, sedang, maupun rendah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil keterampilan berpikir sistem mahasiswa pada materi listrik dinamis. Analisis dilakukan berdasarkan data yang diperoleh melalui instrumen soal pilihan ganda beralasan (*two-tier multiple choice*) yang dirancang untuk mengungkap kemampuan mahasiswa dalam memahami hubungan antar komponen, mengidentifikasi pola interaksi dalam sistem, serta menjelaskan fenomena listrik dinamis secara konseptual. Data yang terkumpul kemudian dianalisis secara deskriptif untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai tingkat keterampilan berpikir sistem mahasiswa.

Untuk memperjelas distribusi keterampilan berpikir sistem mahasiswa pada materi listrik dinamis, hasil analisis data disajikan dalam bentuk diagram batang. Hasil analisis tersebut data ditampilkan pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1, hasil studi pendahuluan menunjukkan bahwa keterampilan berpikir sistem mahasiswa pada materi listrik dinamis masih tergolong rendah. Sebagian besar mahasiswa berada pada kategori rendah dengan persentase yaitu 73% yang menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa masih memiliki keterbatasan dalam mengembangkan keterampilan berpikir sistem. Sementara itu, mahasiswa yang berada pada kategori sedang hanya sebesar 17%, yang mengindikasikan bahwa hanya sebagian kecil mahasiswa yang mulai menunjukkan kemampuan keterampilan berpikir sistem. Tidak terdapat mahasiswa yang mencapai kategori tinggi.

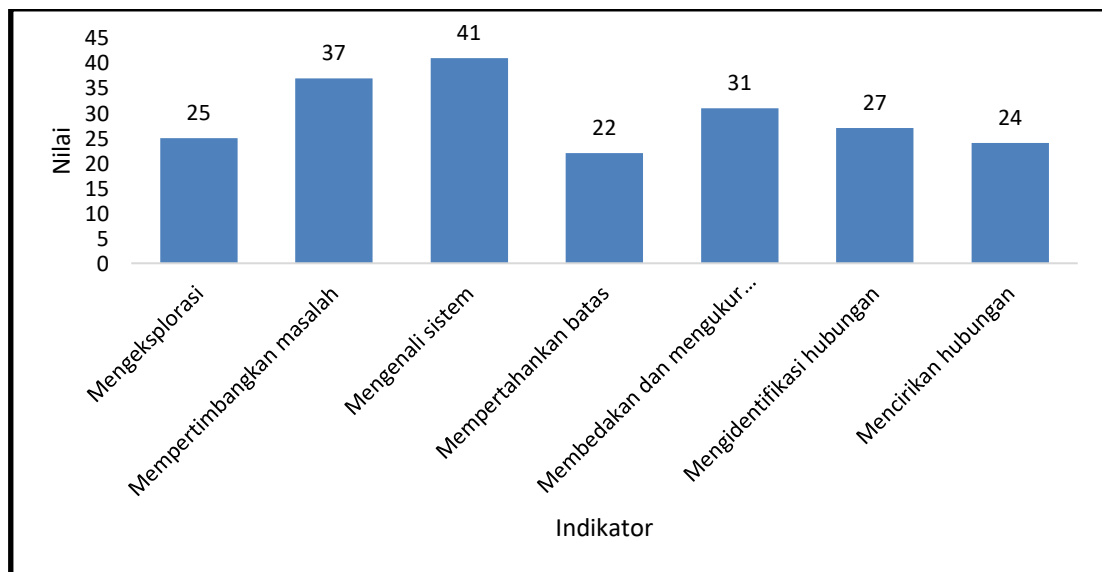


Gambar 1. Persentase Keterampilan Berpikir Sistem Mahasiswa

Temuan tersebut diperkuat oleh hasil penelitian terdahulu. Hasil penelitian Chen et al (2019) menunjukkan bahwa hanya 8% mahasiswa yang mampu menunjukkan kemampuan berpikir sistem tingkat tinggi ketika mereka terlibat dalam pemecahan masalah. Lebih dari setengah mahasiswa gagal mengingat kembali konsep-konsep penting dalam situasi permasalahan. Sebagian besar peserta juga mengalami kesulitan dalam mengorganisasi komponen-komponen sistem yang berkaitan, memahami sifat siklik dari hubungan antar sistem, serta mengidentifikasi batasan dalam suatu konteks masalah tertentu. Penelitian yang dilakukan oleh Mahaffy et al. (2022) menunjukkan bahwa keterampilan berpikir sistem mahasiswa setelah diberikan perlakuan berada pada kategori sedang. Studi tersebut juga melaporkan bahwa mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan hubungan antar komponen sistem serta memahami dinamika sistem secara menyeluruh. Hasil kajian lain menunjukkan bahwa keterampilan berpikir sistem siswa pada jenjang sekolah dasar dan sekolah menengah atas masih tergolong rendah dan hanya mengalami peningkatan secara moderat melalui penerapan model pembelajaran tertentu (Habibah et al., 2024).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keterampilan berpikir sistem mahasiswa belum optimal. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Susilawati et al (2025) yang mengatakan bahwa 89% siswa di Indonesia memiliki level penalaran logis tidak formal. Level penalaran formal menunjukkan kemampuan seseorang berpikir secara abstrak. Pemikiran anak tidak lagi bergantung pada contoh konkret seperti pada tahap sebelumnya, melainkan sudah mampu melakukan penalaran hipotetis-deduktif. Kemampuan kognitif pada tahap operasional formal ini ditandai dengan meningkatnya kemampuan dalam memahami konsep-konsep ilmiah dan matematis yang semakin kompleks. Bila kemampuan formal tidak tercapai, besar kemungkinan keterampilan berpikir sistem susah tercapai.

Selain melakukan analisis pada keseluruhan indikator, analisis juga dilakukan pada tiap indikator keterampilan berpikir sistem. Hasil analisis tiap indikator keterampilan berpikir sistem mahasiswa ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai Keterampilan Berpikir Sistem Tiap Indikator

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai keterampilan berpikir sistem mahasiswa pada setiap indikator masih berada pada kategori rendah jika dibandingkan dengan skala maksimum yang ditetapkan, yaitu 100. Indikator mengenali sistem memperoleh nilai tertinggi sebesar 41, diikuti oleh mempertimbangkan masalah sebesar 37 dan membedakan serta mengukur elemen sebesar 31. Sementara itu, indikator mempertahankan batas memperoleh nilai terendah sebesar 22, disusul oleh mencirikan hubungan sebesar 24, mengeksplorasi sebesar 25, dan mengidentifikasi hubungan sebesar 27. Capaian ini menunjukkan bahwa secara umum keterampilan berpikir sistem mahasiswa masih belum berkembang secara optimal pada seluruh indikator yang diukur.

Gambar 2 menunjukkan distribusi nilai keterampilan berpikir sistem mahasiswa pada setiap indikator. Secara umum, terlihat bahwa capaian mahasiswa masih bervariasi antar indikator, yang mengindikasikan bahwa penguasaan keterampilan berpikir sistem belum merata pada seluruh aspek. Variasi ini sejalan dengan karakteristik berpikir sistem yang bersifat kompleks dan menuntut integrasi berbagai kemampuan kognitif tingkat tinggi, seperti analisis hubungan, pemodelan mental, dan evaluasi sistem (Arnold & Wade, 2015).

Pada indikator *mengeksplorasi*, nilai rata-rata sebesar 25 menunjukkan bahwa kemampuan mahasiswa dalam menggali berbagai kemungkinan atau perspektif masih tergolong rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa mahasiswa cenderung belum terbiasa mempertimbangkan alternatif solusi dalam suatu sistem. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa mahasiswa sering kali terjebak pada pemikiran linier dan kurang mampu melihat suatu permasalahan secara holistik (Hmelo-Silver et al., 2017). Dari sudut pandang teori konstruktivisme, kondisi ini menunjukkan bahwa pengalaman belajar mahasiswa belum cukup memberikan kesempatan untuk membangun pengetahuan melalui eksplorasi aktif.

Indikator *mempertimbangkan masalah* memperoleh nilai 37, yang menunjukkan capaian yang relatif lebih baik. Hal ini menandakan bahwa mahasiswa mulai mampu mengidentifikasi permasalahan dalam sistem, meskipun belum sepenuhnya mendalam. Kemampuan ini berkaitan dengan tahap awal dalam proses berpikir sistem, yaitu mengenali adanya masalah dalam suatu sistem. Menurut teori *Zone of Proximal Development* (ZPD) dari Vygotsky, capaian ini dapat terjadi karena adanya dukungan atau scaffolding dalam pembelajaran, seperti diskusi kelompok dalam *collaborative problem solving*, yang membantu mahasiswa memahami permasalahan secara bertahap (Maghfiroh & Muttaqin, 2025).

Indikator *mengenali sistem* memiliki nilai tertinggi, yaitu 41. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa sudah mampu mengidentifikasi komponen-komponen dalam sistem listrik dinamis. Temuan ini menunjukkan bahwa mahasiswa relatif lebih mudah memahami aspek struktural sistem dibandingkan aspek relasionalnya. Hal ini sejalan dengan teori Bruner yang menyatakan bahwa pemahaman konseptual berkembang dari tahap enaktif dan ikonik menuju simbolik, di mana pengenalan komponen merupakan tahap awal sebelum memahami hubungan yang lebih kompleks (Wynne et al., 2026).

Sebaliknya, indikator *mempertahankan batas* memperoleh nilai 22, yang merupakan salah satu yang terendah. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa masih kesulitan dalam menentukan batasan sistem dan membedakan antara sistem dengan lingkungannya. Kesulitan ini sering ditemukan dalam pembelajaran sistem kompleks, karena mahasiswa cenderung memasukkan terlalu banyak atau terlalu



sedikit elemen dalam analisis mereka (Kortam, 2026). Dari perspektif teori belajar, hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa belum sepenuhnya mampu melakukan abstraksi yang diperlukan untuk membatasi sistem secara tepat.

Pada indikator *membedakan dan mengukur elemen*, nilai sebesar 31 menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki kemampuan sedang dalam mengidentifikasi serta membandingkan elemen-elemen dalam sistem. Kemampuan ini berkaitan dengan pemahaman kuantitatif dalam fisika, seperti membandingkan arus, tegangan, dan hambatan. Menurut penelitian sebelumnya, kemampuan ini berkembang melalui latihan yang berulang dan keterlibatan dalam pemecahan masalah kontekstual (Chi et al., 2012). Hal ini menunjukkan pentingnya penyajian masalah yang autentik dalam pembelajaran listrik dinamis.

Indikator *mengidentifikasi hubungan* memperoleh nilai 27, yang menunjukkan bahwa mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam memahami keterkaitan antar elemen dalam sistem. Padahal, kemampuan ini merupakan inti dari berpikir sistem. Rendahnya capaian pada indikator ini sejalan dengan temuan bahwa mahasiswa sering kali memahami konsep fisika secara terpisah tanpa mengintegrasikannya dalam satu kesatuan sistem (Browsers & Eidin, 2024). Dari sudut pandang teori belajar sosial, interaksi antar mahasiswa dalam diskusi seharusnya dapat membantu membangun pemahaman relasional, namun hasil ini menunjukkan bahwa proses tersebut belum optimal.

Terakhir, indikator *mencirikan hubungan* memiliki nilai 24, yang mengindikasikan bahwa mahasiswa belum mampu menjelaskan hubungan antar elemen secara mendalam dan konseptual. Kemampuan ini membutuhkan pemahaman tingkat tinggi, termasuk kemampuan menjelaskan sebab-akibat dalam sistem. Menurut teori konstruktivisme, kemampuan ini berkembang ketika mahasiswa secara aktif membangun makna melalui refleksi dan diskusi. Rendahnya capaian pada indikator ini menunjukkan bahwa proses refleksi dalam pembelajaran masih perlu diperkuat.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa mahasiswa lebih unggul pada aspek pengenalan sistem dibandingkan dengan aspek analisis hubungan dan batas sistem. Pola ini konsisten dengan penelitian Arnold dan Wade (2015) yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir sistem berkembang secara bertahap, dimulai dari identifikasi komponen menuju pemahaman hubungan yang kompleks. Oleh karena itu, diperlukan upaya pembelajaran yang lebih inovatif, seperti penerapan pembelajaran berbasis masalah atau pendekatan berbasis sistem. Selain itu, perlu pengembangan bahan ajar yang dirancang khusus yang dapat memberikan pengalaman belajar kontekstual dan mendorong mahasiswa untuk menganalisis sistem secara lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada setiap indikator, dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir sistem mahasiswa pada materi listrik dinamis masih berada pada tingkat yang belum merata. Mahasiswa cenderung lebih mampu pada aspek yang bersifat struktural, seperti *mengenali sistem* dan *mempertimbangkan masalah*, namun masih mengalami kesulitan pada aspek yang lebih kompleks, seperti *mempertahankan batas*, *mengidentifikasi hubungan*, dan *mencirikan hubungan*. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa masih didominasi oleh pengenalan



komponen sistem, tetapi belum berkembang secara optimal menuju pemahaman relasional dan holistik. Pola ini menegaskan bahwa keterampilan berpikir sistem berkembang secara bertahap, dimulai dari identifikasi elemen menuju kemampuan menganalisis keterkaitan dan dinamika dalam sistem.

Berdasarkan temuan tersebut, direkomendasikan agar penelitian selanjutnya mengembangkan desain pembelajaran yang lebih menekankan pada penguatan aspek relasional dalam berpikir sistem, misalnya melalui integrasi *scaffolding* yang terarah, penggunaan representasi visual sistem (seperti diagram atau pemodelan), serta pemberian masalah kontekstual yang menuntut analisis hubungan antar komponen. Selain itu, penelitian lanjutan juga dapat mengeksplorasi penerapan strategi metakognitif untuk membantu mahasiswa merefleksikan proses berpikirnya dalam memahami sistem. Penelitian dengan pendekatan longitudinal juga disarankan untuk melihat perkembangan keterampilan berpikir sistem mahasiswa secara lebih komprehensif dari waktu ke waktu, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai efektivitas intervensi pembelajaran yang diterapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI), Program Persiapan Akademik Perguruan Tinggi (PPAPT), dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) atas dukungan pendanaan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Dukungan tersebut sangat berarti dalam menunjang kelancaran proses penelitian hingga penyusunan laporan. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh perguruan tinggi yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini, khususnya kepada mahasiswa yang telah bersedia menjadi responden. Partisipasi dan kontribusi yang diberikan sangat membantu dalam memperoleh data sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Assaraf, O. B.-Z., & Orion, N. (2010). System thinking skills at the elementary school level. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 540–563. <https://doi.org/10.1002/tea.20351>
- Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2015). A definition of systems thinking: A systems approach. *Procedia Computer Science*, 44, 669–678. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.050>
- Arnold, R. D., & Wade, J. (2017). A complete set of systems thinking skills. *Proceedings of the 27th Annual INCOSE International Symposium*. <https://doi.org/10.1002/j.2334-5837.2017.00433.x>
- Bowers, J., Eidin, E. (2024). Analyzing students' systems thinking in-situ through screencasts in the context of computational modeling: a case study. *Discip Interdiscip Sci Educ Res* 6, 24. <https://doi.org/10.1186/s43031-024-00115-7>
- Baptista, M., Martins, I. (2023). Effect of a STEM approach on students' cognitive structures about electrical circuits. *IJ STEM Ed* 10, 15. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00393-5>



- Chen, Y. C., Wilson, K., Lin, H. (2019). Identifying The Challenging characteristics of systems thinking encountered by undergraduate students in chemistry problem-solving of gas laws. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(3), <https://doi.org/10.1039/C9RP00070D>
- Danish, J. A., Saleh, A., Andrade, A., & Bryan, B. (2020). Observing complex systems thinking in the context of inquiry-based learning. *Journal of the Learning Sciences*, 29(4–5), 1–44. <https://doi.org/10.1007/s11251-016-9391>
- Deslauriers, L., McCarty, L. S., Miller, K., Callaghan, K., & Kestin, G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(39), 19251–19257. <https://doi.org/10.1073/pnas.1821936116>
- Eisenberg, R. (2025). *Electric circuits and systems* (2nd ed.). Academic Press.
- Etkina, E., Planinsic, G., & Van Heuvelen, A. (2019). *College physics: Explore and apply* (2nd ed.). Pearson.
- Habibah, H., Lidya, N., Suryadi, A. (2024). The Effect of Pjbl Stem Learning on Students' Systems Thinking Skills on Alternative Energy Materials. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 12 (3). <https://dx.doi.org/10.20527/bipf.v12i3.18969>
- Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R. C., Eberbach, C., Sinha, S. (2017). System Learning with Conceptual Representation: A Quasi-Experimental Study. *Instructional Science*, 45 (1), <https://doi.org/10.1007/s11251-016-9392>
- Jegstad, K. M., & Sinnes, A. T. (2018). Chemistry teaching for the future: A model for secondary chemistry education for sustainable development. *International Journal of Science Education*, 40(6), 655–683. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1441280>
- Karayol, S. A., & Topsakal, Ü. U. (2025). Developing systems thinking skills with a global climate change module: A mixed methods design. *Education Sciences*, 15(7), 794. <https://doi.org/10.3390/educsci15070794>
- Kautz, C. H., Heron, P. R. L., Loverude, M. E., & McDermott, L. C. (2005). Student understanding of the ideal gas law, Part I: A macroscopic perspective. *American Journal of Physics*, 73(11), 1055–1063. <https://doi.org/10.1119/1.2049286>
- Kortam, N. (2026). *Developing students' systems thinking capabilities with case-based learning and concept mapping: A quasi-experimental study on ecosystems and feeding relationships*. *Systems*, 14(4), 362. <https://doi.org/10.3390/systems14040362>
- Kumar, A. (2021). *Fundamentals of electrical engineering*. McGraw-Hill.
- Lee, O., Quinn, H., & Valdés, G. (2017). Science and language for English language learners in relation to Next Generation Science Standards. *Educational Researcher*, 42(4), 223–233. <https://doi.org/10.3102/0013189X13480524>
- Liu, N.-Y. G., Mahmoudi, H., Triantis, K., & Ghaffar zadegan, N. (2025). A multi-dimensional index of evaluating systems thinking skills from textual



- data. *Systems Research and Behavioral Science*, 42(6), 1528–1542. <https://doi.org/10.1002/sres.3033>
- Maghfiroh, W. & Muttaqin, A. I. (2025). The relevance of collaborative learning in the perspective of Lev Vygotsky's social constructivism: A literature review. *Journal of Islamic Education Research*, 6(4). 10.35719/jier.v6i4.518
- Mahaffy, J. M., Matlin, S. A., Whalen, J. M., & Holme, T. A. (2022). Examining undergraduate students' systems thinking competency through a problem scenario in the context of climate change education. *Environmental Education Research*, 28(8), 1172–1191. 10.1080/13504622.2022.2120187
- Mambrey, V., Schreiber, C., & Schmiemann, P. (2020). Young students' reasoning about systems thinking. *Education Sciences*, 10(11), 1–16. <https://doi.org/10.3390/educsci10110310>
- Pereira Júnior, E. L., Camargo, C. E. L., Alves, J. A. de O., Maia, D. F., Bimestre, T. A., Moreira, M. Â. L., Gomes, C. F. S., dos Santos, M., & Diniz, B. P. (2025). Systems thinking as a support tool in teaching electronics: An approach through a systematic literature review and proposal of a framework for integrating maker culture and IoT in technical education. *Procedia Computer Science*, 266, 778–788. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.08.098>
- Quintela, P. (2009). Circuit theory and applications. *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, 56(3), 123–130.
- Rintayati, P., Lukitasari, H., & Syawaludin, A. (2021). Development of two-tier multiple choice test to assess Indonesian elementary students' higher-order thinking skills. *International Journal of Instruction*, 14(1), 555–566. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14133a>
- Rojas, F. (2022). Electrical circuit analysis: Theory and practice. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 59(2), 145–160.
- Shin, N., Bowers, J., Roderick, S., McIntyre, C., Stephens, A. L., Eidin, E., Krajcik, J., & Damelin, D. (2022). A framework for supporting systems thinking and computational thinking through constructing models. *Instructional Science*, 50(6), 933–960. <https://doi.org/10.1007/s11251-022-09590-9>
- Susilawati, E., Hamidah, I., Rustaman, N., Liliawati, W. (2025). Logical Reasoning Profile of Student Teachers in Indonesia. *EASE Letters*, 4 (2).
- Tenney, F. H. (2023). *Introduction to electric circuits*. Wiley.
- Trötsch, J., & Schuler, S. (2021). Systems thinking in science education: A systematic review. *Research in Science Education*, 51, 1–27. 10.24014/jnsi.v6i2.31682
- UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO Publishing.
- Wynne, S., Robinson, C., & O'Connor, D. (2026). A Brunerian theoretical framework for ECE: A review of Jerome Bruner's theoretical contributions to early childhood education. *International Journal of Early Childhood*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s13158-026-00502-3>



- Yellisetti, V., & Moser, A. (2025). Complexity Reduction for Converter-Driven Stability Analysis in Transmission Systems. *Electronics*, 14(1), 55. <https://doi.org/10.3390/electronics14010055>
- Yener, H., & Şahin, F. (2024). *Evaluation of systems thinking skills with case studies*. Dalam Ö. Y. Bozkurt & E. Ergül (Ed.), *Research and Findings in Engineering Sciences-2024* (hlm. 167–185). Lyon: Livre de Lyon.
- Zaradiva, L., Purwianingsih, W., Amprasto, A., & Mardhatillah, F. (2025). Level of systems thinking competencies among senior high school students. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 7(3). 474-481. [10.20527/bino.v7i3.22479](https://doi.org/10.20527/bino.v7i3.22479)

