

Pengembangan Aplikasi Simulasi Berbasis Web terhadap Kompetensi Kognitif Crimping Kabel UTP Siswa SMK

Ramadhan Cakra Wibawa^{1*}, Ahmad Zulkifli Baihaqi¹, Yudha Bima Herlambang¹, Cahya Dwi Rahmawati¹, Muhammad Angga Pratama¹

¹Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

ramadhanwibawa@unesa.ac.id*

| Received: 06/10/2025 | Revised: 03/11/2025 | Accepted: 17/11/2025 |

Copyright©2025 by authors. Authors agree that this article remains permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License

Abstrak

Pada bidang jaringan komputer dan telekomunikasi, salah satu keterampilan dasar yang wajib dikuasai adalah instalasi kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*). Keterampilan ini menjadi pondasi utama dalam membangun sistem jaringan. Namun dalam prakteknya, proses pembelajaran sering menghadapi kendala. Perangkat praktik yang terbatas, risiko kesalahan siswa yang dapat menyebabkan kerusakan alat, dan waktu pembelajaran yang singkat membuat siswa sulit memahami konsep secara mendalam. Kondisi ini menyebabkan sebagian siswa mengalami kesulitan dalam memahami prosedur dan logika kerja pemasangan kabel UTP. Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini mengembangkan dan menguji aplikasi simulasi berbasis web bernama “Crosslink”. Aplikasi ini dirancang untuk memberikan pengalaman belajar interaktif tanpa resiko kerusakan perangkat. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*) yang bertujuan menghasilkan produk pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif. Terdapat dua jenis validator yaitu ahli materi dan ahli media. Penilaian ahli materi mengukur aspek kelayakan isi dan penilaian ahli media mengacu pada ISO 25010, sementara uji respon pengguna menggunakan parameter *Technology Acceptance Model* (TAM). Penelitian ini melibatkan 35 siswa jurusan TKJ di SMK Ketintang Surabaya sebagai responden. Hasil validasi dari ahli materi sebesar 86,67% dan dari ahli media sebesar 81,67%, yang mengindikasikan bahwa aplikasi memenuhi standar kualitas perangkat lunak dan layak digunakan dalam pembelajaran. Sedangkan hasil respon pengguna mencapai 80,47%, yang menunjukkan bahwa aplikasi mudah digunakan dalam dalam mempelajari proses *crimping* kabel UTP. Temuan ini menunjukkan bahwa Crosslink tidak hanya memenuhi aspek kelayakan teknis, tetapi juga mendukung pembelajaran berdasarkan teori beban kognitif dengan membantu siswa memusatkan perhatian pada pemahaman konsep *crimping* tanpa risiko kesalahan praktik.

Kata kunci: Kabel UTP, Kompetensi Kognitif, TKJ, ISO 25010, TAM

Abstract

In the field of computer networks and telecommunications, one of the basic skills that must be mastered is the installation of UTP (Unshielded Twisted Pair) cables. This skill is the main foundation in building network systems. However, in practice, the learning process often faces obstacles. Limited practice equipment, the risk of student errors that can cause equipment damage, and short learning times make it difficult for students to understand the concept in depth. This condition causes some students to have difficulty understanding the procedures and logic of UTP cable installation. To address these challenges, this study developed and tested a web-based simulation application called "Crosslink". This application is designed to provide an interactive learning experience without the risk of device damage. This study used the Research and Development (R&D) method with the 4D model (Define, Design, Develop, and Disseminate) which aims to produce valid, practical, and effective learning products. There are two types of validators, namely material experts and media experts. Material experts' assessments measure content suitability, while media experts' assessments refer to ISO 25010, and user response testing uses the Technology Acceptance Model (TAM) parameters. This study involved 35 students majoring in Computer Networking (TKJ) at SMK Ketintang Surabaya as respondents. The validation results from material experts were 86.67% and from media experts were 81.67%, indicating that the application meets software quality standards and is suitable for use in learning. Meanwhile, the user response results reached 80.47%, indicating that the application is easy to use in learning the UTP cable crimping process. These findings indicate that Crosslink not only meets the technical feasibility aspect, but also supports learning based on cognitive load theory by helping students focus on understanding crimping concepts without the risk of practical errors.

Keywords: UTP Cable, Cognitive Competence, TKJ, ISO 25010, TAM

Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) yang pesat di Indonesia telah mendorong lonjakan kebutuhan terhadap tenaga kerja yang terampil dan kompeten di sektor digital. Dalam dokumen proyeksi tenaga kerja nasional tercatat bahwa kebutuhan di sektor TIK terus meningkat dalam berbagai jenis pekerjaan, termasuk bidang jaringan komputer dan telekomunikasi sebagai respons terhadap transformasi digital dalam industri dan pemerintahan (Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, 2021). Selain itu dinamika kebutuhan keterampilan di sektor TIK sangat tinggi dan menuntut adaptasi berkelanjutan dari pelaku pendidikan dan pelatihan agar lulusan dapat memenuhi standar kompetensi yang dibutuhkan industri.

Pada bidang jaringan komputer dan telekomunikasi, salah satu keterampilan dasar yang sangat dibutuhkan dalam bidang ini adalah kemampuan instalasi kabel *Unshielded twisted Pair* (UTP), yaitu jenis kabel yang berfungsi sebagai media transmisi data dalam jaringan lokal (*Local Area Network* atau LAN). Kabel UTP menjadi komponen utama dalam proses komunikasi data antar perangkat komputer, seperti antara komputer dengan *switch*, *router*, maupun perangkat

server. (Buana et al., 2023). Di lingkungan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), khususnya pada program keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), keterampilan *crimping* kabel *Unshielded twisted Pair* (UTP) merupakan salah satu kompetensi dasar yang tercantum dalam Capaian Pembelajaran (CP) Kurikulum Merdeka Fase E pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2025). Keterampilan ini melatih siswa untuk memahami standar internasional seperti TIA/EIA-568A dan 568B, yang menjadi acuan dalam penyusunan urutan kabel jaringan. Melalui pembelajaran *crimping*, siswa tidak hanya dituntut mampu menyusun kabel dengan urutan yang benar, tetapi juga memahami konsep transmisi data, fungsi pin pada konektor RJ-45, serta prinsip kerja jaringan LAN secara menyeluruh, sehingga menjadi bagian penting dalam pengembangan kompetensi kognitif siswa.

Dalam pelaksanaannya di sekolah, praktik instalasi kabel UTP sering kali tidak berjalan optimal akibat berbagai keterbatasan yang ada. Permasalahan umum yang dihadapi meliputi terbatasnya jumlah perangkat praktik, tingginya biaya perawatan, serta risiko kerusakan alat akibat kesalahan teknis yang dilakukan siswa saat *crimping*. Hasil observasi di SMK Ketintang Surabaya menunjukkan keterbatasan perangkat praktik mengharuskan siswa bergantian saat latihan, sehingga waktu belajar berkurang dan pemahaman teknis siswa menjadi tidak konsisten. Akibatnya, banyak siswa mengalami kesalahan berulang dalam proses penyusunan urutan kabel maupun dalam proses penjepitan konektor, yang berdampak pada hasil praktik yang tidak sesuai standar. Kondisi ini juga didukung oleh temuan penemuan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa keterbatasan perangkat komputer membuat latihan praktikum dilakukan dalam kelompok kecil dan bergiliran. Hal ini mengurangi intensitas dan efektivitas latihan praktik siswa (Toresa et al., 2023).

Salah satu solusi inovatif untuk mengatasi berbagai kendala dalam praktik instalasi jaringan di SMK adalah pemanfaatan aplikasi simulasi berbasis web yang bernama Crosslink. Crosslink memungkinkan siswa berlatih melakukan instalasi kabel UTP secara virtual sebelum terjun ke praktik nyata. Aplikasi ini dapat meniru kondisi dan tahapan proses *crimping* seperti di laboratorium sesungguhnya, namun tanpa memerlukan perangkat fisik yang terbatas jumlahnya. Dengan adanya simulasi ini, siswa dapat memahami prosedur penyusunan kabel, urutan warna sesuai standar TIA/EIA 568A dan 568B, serta mengenali kesalahan umum yang secara langsung melalui umpan balik digital. Selain itu, simulasi virtual juga menyediakan lingkungan belajar yang aman dan interaktif, dimana siswa dapat melakukan eksperimen, menguji konfigurasi penyusunan kabel, dan mempelajari *crimping* tanpa risiko kerusakan perangkat fisik. Dengan demikian, media simulasi ini menciptakan lingkungan belajar yang interaktif, aman, dan fleksibel yang mendukung penguatan pemahaman kognitif siswa terhadap konsep dan prosedur instalasi jaringan komputer.

Meskipun telah terdapat berbagai penelitian mengenai media simulasi dalam pembelajaran jaringan komputer, masih terdapat celah yang perlu dikaji lebih lanjut. Pengembangan *Virtual laboratory* berbasis *Virtual Reality* untuk materi jaringan LAN yang dinyatakan layak, namun belum dievaluasi menggunakan standar kualitas perangkat lunak ISO 25010 maupun model penerimaan pengguna *Technology Acceptance Model* (TAM) (Hasim & Hadi, 2022). Penelitian lain menunjukkan peningkatan interaktivitas melalui aplikasi simulasi berbasis Android, namun belum diterapkan pada konteks pembelajaran kejuruan (Mursid &

Nanlohy, 2024). Sementara itu, penelitian mengenai penelitian *crimping* kabel UTP masih berfokus pada penerapan metode konvensional tanpa dukungan teknologi digital (Septanto et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan aplikasi simulasi berbasis web untuk pembelajaran crimping kabel UTP yang dievaluasi menggunakan standar ISO 25010 dan model TAM, dengan fokus pada kompetensi kognitif siswa dalam memahami konsep dan prosedur jaringan komputer secara menyeluruh.

Pengembangan media pembelajaran seperti ini memerlukan metode penelitian yang mampu menghasilkan produk sekaligus melakukan pengujiannya. Oleh karena itu metode penelitian pengembangan (*Research and development/R&D*) menjadi pendekatan yang tepat untuk digunakan (Sugiyono, 2016). Metode ini tidak hanya berfokus pada penciptaan produk, tetapi juga memastikan bahwa produk yang dikembangkan benar-benar layak dan bermanfaat dalam konteks pembelajaran. Salah satu model pengembangan yang banyak diterapkan dalam penelitian pendidikan adalah model 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*). Model ini memberikan panduan sistematis mulai dari tahap analisis kebutuhan, perancangan desain media, pembuatan serta validasi produk, hingga tahap penyebaran atau implementasi kepada pengguna sasaran. Model 4D juga telah terbukti efektif dalam menghasilkan aplikasi pembelajaran yang valid dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik (Cahyadi et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan dan pengujian aplikasi simulasi kabel UTP pada materi *crimping* kabel UTP. Kemudian respon siswa diambil untuk menjelaskan kompetensi kognitif setelah penggunaan media. Dengan dikembangkannya aplikasi simulasi ini, siswa dapat berlatih secara mandiri dan berulang kali dalam lingkungan virtual yang interaktif, sehingga pembelajaran menjadi lebih aman dan efisien. Kemampuan ini menjadi dasar bekal untuk menuju kemampuan pada tingkat selanjutnya pada bidang jaringan komputer dan telekomunikasi.

Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengembangan (*Research and Development*). Metode ini digunakan untuk menghasilkan produk berupa aplikasi simulasi Kabel UTP serta menguji keefektifannya dalam meningkatkan kompetensi siswa SMK pada materi crimping Kabel UTP. Penelitian pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk serta menguji keefektifan produk (Sugiyono, 2013).

Penelitian ini menerapkan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Melalui tahapan-tahapan ini, pengembangan dilakukan mulai dari pendefinisian kebutuhan hingga penyebaran produk.



Gambar 1. Pengembangan *Research and Development*

Define

Tahap pendefinisian bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kebutuhan dasar dalam proses pembelajaran yang akan diintervensi oleh produk. Proses ini dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan benar-benar relevan dengan kebutuhan siswa, guru, dan kurikulum yang berlaku. Pada tahap ini peneliti melakukan beberapa kegiatan penting, yaitu:

1. Analisis awal
Peneliti melakukan wawancara mendalam dengan guru mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi, serta melakukan observasi langsung terhadap proses pembelajaran praktik *crimping* kabel UTP.
2. Analisis siswa
Analisis ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik SMK, terutama dari segi kemampuan awal, gaya belajar, dan tingkat literasi digital.
3. Analisis konsep dan materi
Peneliti mengidentifikasi materi-materi inti yang akan disimulasikan dalam aplikasi.

Design

Tahap desain bertujuan untuk menerjemahkan hasil analisis kebutuhan menjadi rancangan awal produk yang akan dikembangkan. Kegiatan pada tahap ini meliputi penyusunan struktur konten, perancangan antarmuka pengguna (*user interface*), serta pembuatan alur simulasi aplikasi. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini meliputi:

1. Pemilihan media
Penentuan jenis platform dari aplikasi disesuaikan dengan gaya belajar siswa.
2. Alur interaksi
Tahap ini mencakup desain visual awal dan menentukan kegiatan yang dapat dilakukan oleh siswa.
3. Penyusunan materi pembelajaran
Materi disusun berdasarkan urutan konsep dari pengenalan hingga praktik. Setiap bagian dilengkapi dengan ilustrasi visual dan animasi sederhana agar lebih menarik dan mudah dipahami. Bahasa yang digunakan disesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa SMK.

Develop

Tahap pengembangan merupakan proses realisasi rancangan menjadi produk yang dapat berfungsi. Prototipe aplikasi yang telah disusun sebelumnya dikembangkan menjadi produk digital yang dapat dioperasikan. Proses pengembangan dilakukan dengan memperhatikan dua aspek utama, yaitu aspek materi (*content validity*) dan aspek teknis (*software quality*). Hasil pengembangan kemudian dilakukan proses uji coba dan validasi kepada ahli. Validasi ahli dilakukan pada dua jenis validator, yaitu:

1. Ahli materi, terdiri dari guru TKJ dan dosen pendidikan kejuruan untuk menilai isi, dan kesesuaian materi. Penilaian ahli materi mengukur beberapa aspek, yaitu: 1) aspek kelayakan isi, 2) aspek komponen penyajian, dan 3) aspek kelayakan bahasa.
2. Ahli media, terdiri dari praktisi IT dan pengembang multimedia yang menilai aspek teknis, tampilan, serta kegunaan aplikasi. Penilaian ahli media mengacu pada standar ISO/IEC 25010 yang meliputi beberapa aspek kualitas perangkat lunak, yaitu: 1) *Functional Suitability*, 2) *Usability*, 3) *Reliability*.

Validasi dilakukan menggunakan instrumen angket. Angket untuk ahli materi dan ahli media menggunakan skala likert 1-5. Hasil yang didapat kemudian dianalisis secara deskriptif dan diinterpretasikan ke dalam kategori berdasarkan kriteria validasi (Junaedi et al., 2025).

Tabel 1. Kriteria Validitas

Interval Skor (%)	Hasil Akhir
$80\% < p \leq 100\%$	Sangat Valid
$60\% < p \leq 80\%$	Valid
$40\% < p \leq 60\%$	Cukup Valid
$20\% < p \leq 40\%$	Tidak Valid
$0\% < p \leq 20\%$	Sangat Tidak Valid

Disseminate

Tahap ini merupakan fase akhir dari model pengembangan 4D, yaitu penyebaran dan penerapan produk kepada pengguna sasaran. Aplikasi disebarkan kepada siswa SMK Ketintang Surabaya, khususnya program keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ). Penyebaran dilakukan dalam skala terbatas agar proses pemantauan dan evaluasi dapat dilakukan secara intensif. Respon pengguna diambil menggunakan angket yang mengacu pada *Technology Acceptance Model* (TAM) dengan tiga aspek, yaitu:

1. *Perceived Ease of Use*: mengukur sejauh mana pengguna merasa bahwa penggunaan aplikasi Crosslink mudah dipahami dan dioperasikan tanpa memerlukan banyak usaha.
2. *Perceived Usefulness*: mengukur sejauh mana pengguna meyakini bahwa penggunaan aplikasi Crosslink dapat membantu pengguna memahami materi *crimping* kabel UTP.
3. *Behavioral Intention to Use*: mengukur sejauh mana kecenderungan atau niat pengguna untuk terus menggunakan aplikasi Crosslink dalam kegiatan pembelajaran di masa mendatang.

Hasil angket kemudian dianalisis dengan menggunakan konsep *Technology Acceptance Model* (TAM) dan teori beban kognitif. TAM dikembangkan untuk menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi penerimaan pengguna terhadap teknologi, yang mencakup persepsi kemudahan, kebermanfaatan, dan niat untuk menggunakan suatu sistem (Davis, 1989). Sementara itu, teori beban kognitif menjelaskan bahwa efektivitas pembelajaran dipengaruhi oleh kapasitas memori kerja, di mana penyajian informasi yang tepat dapat mengurangi beban kognitif dan meningkatkan pemahaman belajar (Sweller, 1998).

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini merupakan pengembangan media pembelajaran untuk kompetensi kognitif *crimping* kabel UTP siswa. Penelitian ini menggunakan *research and development* dengan model pengembangan 4D.

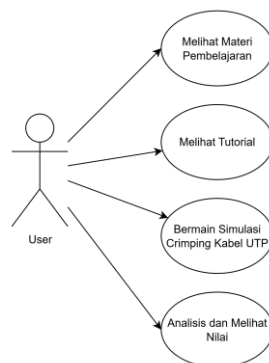
Define

Pada tahap ini dilakukan kegiatan observasi langsung di SMK Ketintang Surabaya untuk mengidentifikasi masalah dalam proses pembelajaran materi kabel UTP. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru dan siswa, ditemukan bahwa terdapat hambatan praktik instalasi di lapangan berupa keterbatasan perangkat yang tersedia di laboratorium dan risiko kerusakan perangkat akibat kesalahan teknis siswa. Selain itu siswa belum sepenuhnya memahami konsep crimping kabel UTP.

Design

Berdasarkan identifikasi permasalahan pada tahap *define* maka dirancang sebuah media pembelajaran aplikasi simulasi berbasis web bernama Crosslink yang dapat digunakan dalam pembelajaran instalasi kabel UTP. Dalam tahap perencanaan, Crosslink dirancang sebagai media belajar interaktif yang tidak hanya membantu siswa memahami langkah-langkah crimping kabel UTP secara teoritis, tetapi juga memberikan pengalaman praktik secara virtual. Dengan demikian, media ini diharapkan mampu meningkatkan kompetensi kognitif siswa melalui pembelajaran yang menarik, efektif dan mudah diakses kapan saja. Berikut diagram-diagram yang terdapat pada Crosslink:

Use Case Diagram



Gambar 2. Use Case Diagram Crosslink

Use Case Deskripsi

Use case deskripsi merupakan bagian penting untuk mendeskripsikan secara rinci tentang interaksi aktor dan sistem melalui skenario fungsional. Deskripsi ini membantu dalam memahami kebutuhan sistem dan memastikan bahwa semua fungsi yang diharapkan oleh pengguna telah teridentifikasi dengan baik. Pada tabel 1 memaparkan detail fungsi dari *use case* diagram yang ditampilkan pada gambar 1 terdapat aktor. Dalam *use case* deskripsi terdapat berbagai informasi aktivitas yang dapat dilakukan masing-masing aktor, dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 2. *Use Case* Deskripsi

No	Aktor	Use Case	Deskripsi
1	User	Melihat Materi Pembelajaran	User dapat melihat materi pembelajaran instalasi kabel UTP pada platform Crosslink.
2	User	Melihat Tutorial	User dapat melihat video tutorial sebelum penggunaan simulasi crimping kabel UTP.
3	User	Bermain Simulasi Crimping Kabel UTP	User dapat mengeksplor dan bermain simulasi crimping kabel UTP dengan tipe <i>straight</i> atau <i>cross</i> .
4	User	Analisis dan Melihat Nilai	User dapat melihat nilai dan hasil analisis setelah melaksanakan simulasi crimping kabel UTP.

Develop

Dalam tahap pengembangan media pembelajaran Crosslink, tujuan utamanya adalah mewujudkan rancangan menjadi aplikasi simulasi berbasis web yang dapat digunakan langsung oleh siswa SMK Ketintang Surabaya untuk mempelajari materi instalasi kabel UTP. Crosslink dirancang sebagai media pembelajaran interaktif, dimana siswa tidak hanya mempelajari teori tetapi juga dapat melakukan simulasi crimping kabel UTP secara virtual.

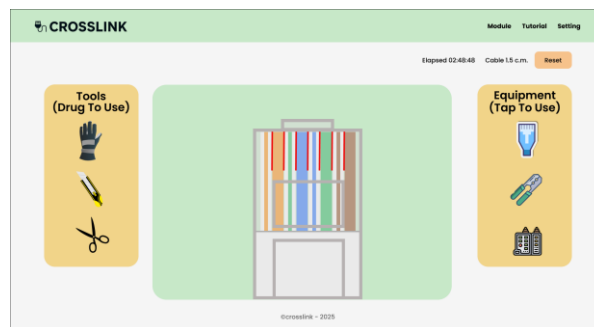
Proses pengembangan Crosslink mencakup perancangan antarmuka pengguna (*user interface*) yang menarik dan ramah pengguna (*user-friendly*), disesuaikan dengan karakteristik siswa SMK. Aspek yang dipertimbangkan meliputi estetika (tata letak, warna, tipografi), fungsionalitas (respon sistem, kecepatan akses, ketepatan navigasi), dan kemudahan navigasi agar siswa dapat berinteraksi dengan aplikasi secara intuitif. Desain antarmuka yang sederhana, konsisten, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna berkontribusi signifikan terhadap efektivitas pembelajaran berbasis web.

Kondisi awal kabel UTP dengan membuka bagian isolasi luar untuk menampilkan delapan konduktor berwarna. Setiap pasangan kabel memiliki fungsi tertentu dan perlu diatur sesuai dengan standar, yaitu TIA/EIA 568A atau TIA/EIA 568B. Tahapan ini memastikan bahwa urutan warna kabel telah sesuai dan siap diproses terminasi RJ45. Gambar 3 pada kondisi awal kabel UTP.



Gambar 3. Kondisi Awal Kabel UTP

Setelah menyusun urutan kabel dengan benar, langkah selanjutnya masukkan kabel ke dalam konektor RJ45. Gambar 4 menampilkan kondisi konduktor harus masuk ke slot yang tepat hingga mencapai ujung konektor. Konektor RJ45 berfungsi sebagai antarmuka fisik yang akan menghubungkan kabel UTP dengan perangkat jaringan.



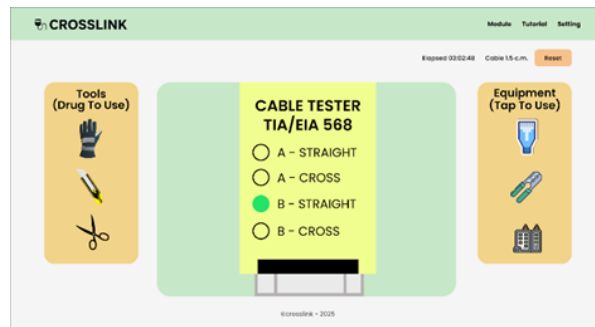
Gambar 4. Pemasangan RJ45 Connector pada Kabel UTP

Langkah berikutnya merupakan proses *crimping* kabel UTP dengan konektor RJ45 menggunakan *crimping tool*. Pada simulasi Crosslink, user dapat melihat secara visual *crimping* konektor hingga terpasang sempurna sehingga dapat dilakukan pengecekan menggunakan testing kabel UTP. *Crimping* kabel UTP dapat dilihat pada Gambar 5.



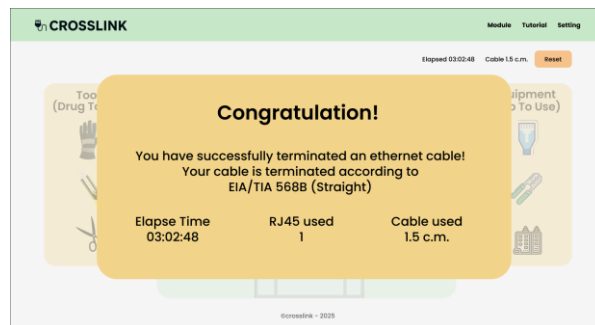
Gambar 5. *Crimping* Kabel UTP

Setelah kabel UTP di *crimping*, maka dilanjutkan pengujian menggunakan kabel tester. Tahapan ini bertujuan untuk memverifikasikan apakah seluruh kabel tersambung dengan benar sesuai standar dan dapat digunakan. Gambar 6 menunjukkan hasil testing kabel UTP setelah dilakukan pengujian kabel tester.



Gambar 6. Hasil Testing Kabel UTP

Tahapan terakhir menampilkan hasil otomatis dari simulasi *crimping* kabel UTP. Hasil ini menunjukkan bahwa proses terminasi berhasil dilakukan tanpa kesalahan urutan kabel dan koneksi. Gambar 7 menampilkan hasil analisis simulasi *crimping* kabel UTP.



Gambar 7. Hasil Analisis Simulasi *Crimping* Kabel UTP

Setelah mengembangkan media pembelajaran, langkah selanjutnya melakukan validasi media pembelajaran oleh para ahli. Para ahli yang dimaksud adalah dosen dan guru di SMK Ketintang Surabaya. Tabel 3 berikut adalah hasil validasi yang dilakukan oleh para ahli.

Tabel 3. Hasil Validasi Materi

No	Kalkulasi	Aspek Kelayakan Isi	Aspek Komponen Penyajian	Aspek Kelayakan Bahasa
1	Total Pertanyaan	4	4	2
2	Skor maksimal	40	40	20
3	Skor yang diperoleh	34	34	18
4	Rata-rata skor	4.25	4.25	4,5
5	Persentase	85%	85%	90%
6	Rata-rata persentase	86,67%		

Berdasarkan Tabel 3, Crosslink mendapatkan persentase 85% pada aspek kelayakan isi dan aspek komponen penyajian. Kemudian Crosslink mendapat persentase sebesar 90% aspek bahasa. Dengan rata-rata persentase sebesar 86,67%, Crosslink valid digunakan untuk pembelajaran *crimping* kabel UTP.

Tabel 4. Hasil Validasi Media

No	Calculation	ISO 25010 Characteristics		
		Functional Suitability	Usability	Reliability
1	Total Question	4	4	2
2	Score Max	40	40	20
3	Score obtained	32	34	16
4	Score Average	4	4.25	4
5	Percentage of	80%	85%	80%
6.	Percentage average	81,67%		

Berdasarkan Tabel 4, Crosslink mendapatkan persentase 80% pada karakteristik *functional suitability*. Hal tersebut dapat diartikan bahwa media menyediakan fungsi yang sesuai dengan kebutuhan yang ditetapkan. Pada karakteristik *Usability*, Crosslink mendapatkan persentase 85% yang berarti media mudah digunakan dan dipahami dalam mencapai tujuan. Pada karakteristik *reliability*, Crosslink mendapatkan persentase 80% sehingga media Crosslink mampu mempertahankan tingkat kinerjanya. Sehingga total persentase validasi para ahli menyatakan bahwa Crosslink merupakan media yang valid digunakan karena persentasenya mencapai 81,67%.

Disseminate

Pada tahapan ini, aplikasi simulasi berbasis web Crosslink yang telah melalui tahap pengembangan kemudian diuji coba secara lebih luas kepada pengguna. Pengguna pada pengujian ini adalah 35 siswa SMK Ketintang Surabaya. Pengujian dilakukan untuk mengetahui respon siswa mengenai kompetensi kognitif *crimping* kabel UTP setelah menggunakan media.

Tabel 5. Daftar Pertanyaan TAM

No	Aspek	Pertanyaan
1	<i>Perceived Ease of Use</i>	Saya merasa aplikasi simulasi crimping kabel UTP ini mudah untuk dipelajari dan digunakan.
2	<i>Perceived Ease of Use</i>	Saya dapat menggunakan aplikasi ini tanpa memerlukan banyak bantuan dari orang lain
3	<i>Perceived Ease of Use</i>	Tampilan dan navigasi dalam aplikasi ini memudahkan saya dalam memahami setiap fitur yang tersedia.
4	<i>Perceived Ease of Use</i>	Interaksi dengan aplikasi ini terasa jelas dan tidak membingungkan.
5	<i>Perceived Usefulness</i>	Penggunaan aplikasi simulasi ini membantu saya memahami konsep <i>crimping</i> kabel UTP dengan lebih baik.

6	<i>Perceived Usefulness</i>	Aplikasi ini meningkatkan efisiensi saya dalam mempelajari proses instalasi kabel UTP.
7	<i>Perceived Usefulness</i>	Saya merasa aplikasi ini mendukung peningkatan keterampilan saya dalam praktik jaringan komputer.
8	<i>Perceived Usefulness</i>	Penggunaan aplikasi simulasi ini membuat saya lebih siap ketika melakukan praktik <i>crimping</i> kabel UTP di dunia nyata.
9	<i>Behavioral Intention to Use</i>	Saya berniat untuk terus menggunakan aplikasi simulasi ini dalam kegiatan pembelajaran selanjutnya.
10	<i>Behavioral Intention to Use</i>	Saya akan merekomendasikan aplikasi simulasi ini kepada teman-teman lain yang mempelajari <i>crimping</i> kabel UTP.

Tabel 6. Hasil Validasi Pengguna Berbasis TAM

No	<i>Calculation</i>	<i>Aspects</i>		
		<i>Perceived Ease of Use</i>	<i>Perceived Usefulness</i>	<i>Behavioral Intention to Use</i>
1	<i>Total Question</i>	4	4	2
2	<i>Score Max</i>	700	700	350
3	<i>Score obtained</i>	565	580	273
4	<i>Score Average</i>	4,03	4,14	3,9
5	<i>Percentage of</i>	80,60%	82,80%	78%
6.	<i>Percentage average</i>	80,47%		

Berdasarkan hasil validasi pengguna pada Tabel 6, aspek *Perceived Usefulness* memperoleh skor tertinggi dengan 82,80% dan rata-rata 4,14. Item pertanyaan pada aspek ini membahas mengenai kebermanfaatan media sebagaimana yang dijelaskan pada Tabel 5. Hasil ini menunjukkan bahwa siswa menilai aplikasi Crosslink bermanfaat dalam membantu proses pembelajaran *crimping* kabel UTP. Mayoritas pengguna menyatakan bahwa penggunaan aplikasi ini mempermudah mereka memahami materi *crimping* kabel UTP, meningkatkan efisiensi belajar, dan menumbuhkan rasa percaya diri sebelum melakukan praktik secara langsung di laboratorium.

Temuan ini sejalan dengan konsep *Technology Acceptance Model* (TAM), bahwa persepsi terhadap kebermanfaatan (*Perceived Usefulness*) mencerminkan sejauh mana seseorang percaya bahwa penggunaan teknologi akan meningkatkan kinerjanya. Dalam hal ini, siswa merasakan manfaat dari Crosslink pada kompetensi kognitif materi *crimping* kabel UTP. Selain itu temuan ini juga sejalan dengan teori beban kognitif, di mana penyajian informasi dalam bentuk visual interaktif membantu mengurangi beban kognitif eksternal. Crosslink menyajikan informasi dalam bentuk visual interaktif melalui simulasi sehingga pengguna dapat lebih efisien dalam belajar *crimping* kabel UTP.

Pada aspek *Perceived Ease of Use* memperoleh skor 80,60% dan rata-rata sebesar 4,03, yang menunjukkan bahwa siswa menilai aplikasi Crosslink mudah digunakan dalam mempelajari proses *crimping* kabel UTP. Pada teori beban kognitif, kemudahan penggunaan ini juga dapat diartikan sebagai upaya mengurangi beban kognitif yang tidak relevan dengan tujuan pembelajaran. Dengan desain interaktif yang intuitif Crosslink membantu pengguna fokus pada pemahaman konsep dan prosedur *crimping* daripada terbebani oleh kompleksitas penggunaan media itu sendiri.

Sementara itu, aspek *Behavioral Intention to Use* memperoleh skor rata-rata 3,9 dengan persentase 78%. Nilai ini menunjukkan sikap positif terhadap penggunaan media. Tanggapan positif ini muncul karena adanya pengalaman belajar yang menarik melalui simulasi interaktif sehingga meningkatkan minat serta retensi belajar siswa. Berdasarkan teori beban kognitif, visualisasi prosedur yang diberikan Crosslink juga berkontribusi terhadap peningkatan *germane cognitive load*, yakni alokasi sumber daya mental yang digunakan untuk membangun dan memperkuat skema pengetahuan baru. Secara keseluruhan, pengalaman belajar melalui Crosslink tidak hanya menyenangkan tetapi juga memperkuat kompetensi kognitif materi *crimping* kabel UTP.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil validasi para ahli, Crosslink memperoleh nilai persentase sebesar 86,67% dari ahli materi dan 81,67% dari ahli media. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi ini layak digunakan sebagai media pembelajaran pada materi *crimping* kabel UTP. Sementara itu, hasil respon pengguna menunjukkan nilai 80,47% yang menandakan bahwa siswa memberikan tanggapan positif terhadap pengalaman belajar menggunakan Crosslink. Hasil ini mengindikasikan bahwa Crosslink mampu memfasilitasi kompetensi kognitif siswa pada materi *crimping* kabel UTP. Selain itu, Crosslink memberikan pengalaman belajar yang aman, terarah, dan menarik, yang dapat membantu siswa belajar secara mandiri dan berulang tanpa risiko kerusakan alat. Dengan demikian Crosslink dapat menjadi alternatif solusi bagi sekolah yang memiliki keterbatasan sarana laboratorium.

Ketercapaian hasil tersebut dapat dijelaskan melalui teori beban kognitif yang menekankan pentingnya pengelolaan informasi agar tidak melebihi kapasitas memori kerja. Crosslink berperan dalam mengurangi beban kognitif ekstrinsik dengan menghadirkan proses *crimping* kabel UTP secara visual dan interaktif, sehingga siswa dapat memusatkan perhatian pada pemahaman konsep inti tanpa terbebani oleh kompleksitas penggunaan alat praktik. Penyajian informasi yang terstruktur juga berkontribusi terhadap *germane cognitive load*, yaitu alokasi mental yang digunakan untuk membangun dan memperkuat skema pengetahuan baru.

Meskipun hasil penelitian ini menunjukkan tanggapan positif dari pengguna, penelitian ini masih memiliki keterbatasan. Penilaian efektivitas Crosslink masih terbatas pada analisis deskriptif melalui respon pengguna dan belum dilakukan pengujian empiris terhadap hasil belajar. Selain itu, cakupan uji coba masih terbatas pada satu kelompok. Oleh karena itu penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan eksperimen kuantitatif guna mengukur pengaruh penggunaan aplikasi terhadap hasil belajar dan beban kognitif siswa secara lebih terukur.

Daftar Pustaka

- Buana, W., Hariyandi, A., & Rezi, F. (2023). Pengembangan jaringan local area network (LAN) dan wide area network (WAN) pada SMKN 4 Padang dengan metode research dan development. *JOISIE: Journal of Information System and Informatics Engineering*, 7(1), 120–134. <https://ejournal.pelitaindonesia.ac.id/ojs32/index.php/JOISIE/article/view/3268>
- Cahyadi, F., Zainuddin, M., & Arifin, S. (2025). Pengembangan e-modul etnomatematika batik berbasis PjBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 10(1). <https://jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant/article/view/1898>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Hasim, M., & Hadi, S. (2022). Pengembangan virtual laboratory berbasis virtual reality pada mata pelajaran jaringan LAN di SMK Negeri 1 Rengasdengklok. *JAVIT: Journal of Vocational Instruction and Technology*, 2(2), 91–100. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/javit/article/view/48252>
- Junaedi, A. P., Adriansyah, A. F., Wathoni, M., & Ramadi, R. (2025). Rancang bangun e-learning mata pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) Madrasah Aliyah Annajah Jakarta. *Jurnal Penelitian, Pendidikan dan Pengajaran (JPPP)*, 6(2), 110–119. <https://doi.org/10.30596/jppp.v6i2.26275>
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2021). *Proyeksi kebutuhan tenaga kerja sektor teknologi informasi dan komunikasi 2021–2025*. Satudata Kemnaker. https://satudata.kemnaker.go.id/satudata-public/2022/04/files/publikasi/1650296308464_2021%2520-%2520Buku%2520Proyeksi%2520Kebutuhan%2520Tenaga%2520Kerja%2520Sektor%2520TI.pdf
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2025). *CP & ATP Fase E: Dasar-dasar Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi*. <https://guru.kemdikbud.go.id/kurikulum/referensi-penerapan/capaian-pembelajaran/smk/dasar-dasar-teknik-jaringan-komputer-dan-telekomunikasi/fase-e/>
- Mursid, R., & Nanlohy, D. A. (2024). Pengembangan aplikasi simulasi berbasis Android untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik pada pembelajaran sains di SMA. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 10(1), 45–58. <https://jptk.undana.ac.id/index.php/jptk/article/view/4055>
- Septanto, W. H., Handayani, S., & Rachman, F. (2024). Pelatihan crimping kabel UTP tipe straight dan cross over jaringan komputer LAN untuk para pemuda Kelurahan Pulo Gebang, Kecamatan Cakung, Jakarta Timur. *Jurnal Karya untuk Masyarakat (JKuM)*, 5(1), 33–40. <https://ejournal.starki.id/index.php/jkum/article/view/2900>
- Setyanto, B. N., Mushlihudin, & Pradana, D. Y. (2021). Quality analysis of a learning media

analog electronics on the Android platform with ISO 25010. *JOVES: Journal of Vocational Education Studies*, 4(1), 112–119.
<https://doi.org/10.12928/joves.v4i1.4047>

Sugiyono. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Alfabeta.

Sweller, J. (1998). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4

Toresa, D., Putra, P. P., Febriadi, B., & Handayani, S. (2023). Pelatihan dasar jaringan komputer untuk siswa Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) SMK Migas Inovasi Riau. *J-COSCiS: Journal of Computer Science Community Service*, 3(1), 27–32.
<https://doi.org/10.31849/jcscis.v3i1.10891>