



PEMBELAJARAN JARINGAN LOKAL SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN KETERAMPILAN SISWA DI SMK IBRAHIMY 1 SUKOREJO SITUBONDO

Zachol Fatah ^a, Rahmat Syarifuddin Chairil Anwar ^{b*}

^a Fakultas Sains dan Teknologi / Sistem Informasi; zacholfatah@gmail.com, Universitas Ibrahimy

^b Fakultas Sains dan Teknologi / Teknologi Informasi; rs.chairil20@gmail.com, Universitas Ibrahimy

* Penulis Korespondensi: Rahmat Syarifuddin Chairil Anwar

ABSTRACT

One of the biggest problems in technical education is that vocational students lack practical experience installing local area networks, especially when it comes to IP subnetting and UTP cable crimping. By using a project-based learning strategy with a direct practice approach, this study seeks to improve learner capabilities. The research was carried out at SMK Ibrahimy 1 Sukorejo Situbondo involving 32 students as participants. A classroom action research methodology was employed, encompassing phases of planning, implementation, observation, and reflection. Findings revealed that students' subnetting abilities improved by 63% (from 52.5 to 85.6) while UTP crimping skills increased by 95% (from 45.3 to 88.4) following two instructional cycles. Per-indicator analysis showed that color sequence arrangement experienced the highest improvement (from score 2.1 to 3.5), while cable cutting remained the biggest challenge. The study concludes that practical-oriented local network instruction significantly boosts students' vocational competencies.

Keywords: Subnetting; UTP Cable Crimping; Vocational Skill; Project-Based Learning; SMK Ibrahimy

Abstrak

Permasalahan utama pada pendidikan vokasi adalah rendahnya kecakapan teknis peserta didik dalam merakit instalasi jaringan komputer, khususnya pada topik pembagian alamat IP dan penyambungan kabel UTP. Riset ini bertujuan untuk mendorong peningkatan kapabilitas siswa melalui penerapan model pembelajaran berbasis tugas proyek. Kegiatan dilaksanakan di SMK Ibrahimy 1 Sukorejo Situbondo dengan partisipan sebanyak 32 orang. Penelitian ini menggunakan desain yang berpijak pada model penelitian tindakan kelas (PTK). Proses pelaksanaannya melalui empat fase pokok, yakni: menyusun rencana, melakukan tindakan, mengamati jalannya kegiatan, serta merefleksikan hasil yang diperoleh. Berdasarkan data yang terkumpul, terlihat peningkatan pada kemampuan subnetting sebesar 45%, sementara itu keterampilan crimping kabel UTP naik hingga 60% setelah dua putaran siklus dilalui. Kesimpulan dari studi ini adalah bahwa pengajaran jaringan lokal yang menitikberatkan pada praktik langsung mampu meningkatkan kompetensi kejuruan siswa secara bermakna.

Kata Kunci: Jaringan lokal; subnetting; crimping kabel UTP; keterampilan vokasional; SMK Ibrahimy

1. PENDAHULUAN

Pendidikan kejuruan tingkat menengah di Indonesia, khususnya Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), bertujuan menghasilkan lulusan yang mahir dan siap memasuki dunia industri. Program keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) merupakan salah satu kompetensi keahlian yang paling diminati [14][11]. Namun, berdasarkan pengamatan awal yang dilakukan di SMK Ibrahimy 1 Sukorejo Situbondo, diketahui bahwa kecakapan praktis murid dalam merancang jaringan lokal masih tergolong rendah. Dua pokok bahasan yang paling sulit dikuasai oleh para siswa adalah subnetting (penghitungan alokasi alamat IP) dan penyambungan kabel UTP (pemasangan konektor RJ45) [7],

Subnetting merupakan konsep fundamental dalam pengelolaan jaringan, tetapi kerap dipandang rumit dan sulit dipahami karena melibatkan perhitungan sistem biner serta logika [5]. Banyak peserta didik yang belum mampu menentukan alamat jaringan, alamat siaran, maupun rentang host yang sah untuk suatu subnet mask tertentu. Di sisi lain, teknik crimping kabel UTP menuntut koordinasi motorik halus dan tingkat ketelitian yang tinggi. Berdasarkan arsip guru pengampu mata pelajaran, lebih dari separuh jumlah siswa (60%) tidak berhasil merakit kabel straight-through ataupun cross-over dengan benar pada ujian praktik sebelumnya. Kegagalan tersebut disebabkan oleh kesalahan susunan warna kabel, potongan kabel yang tidak rapi, ataupun proses crimping yang kurang sempurna sehingga konektor tidak terpasang dengan kokoh.

Apabila kondisi ini tidak segera ditangani, para lulusan SMK akan menghadapi kesulitan dalam bersaing di pasar tenaga kerja [1]. Oleh sebab itu, diperlukan strategi pengajaran yang inovatif serta berorientasi pada praktik secara langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan pembelajaran jaringan lokal yang sistematis guna meningkatkan kompetensi subnetting dan crimping kabel UTP pada siswa SMK Ibrahimy 1 Sukorejo Situbondo. Sasaran khusus dari riset ini adalah agar 85% peserta didik mampu melakukan subnetting kelas C secara akurat dan 90% siswa berhasil melakukan penyambungan kabel UTP sesuai standar TIA/EIA-568B pasca mengikuti rangkaian pembelajaran.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penerapan Model Belajar Berbasis Proyek di Lingkungan Pendidikan Vokasi

Model pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning/PjBL) merupakan pendekatan yang menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif dalam memecahkan masalah nyata melalui pengerjaan proyek secara kolaboratif. Dalam konteks pendidikan vokasi, PjBL terbukti efektif meningkatkan kompetensi teknis siswa karena menghadirkan pengalaman belajar yang autentik dan kontekstual. Sebagaimana diungkapkan oleh Zaehol Fatah (2025), mengenai penerapan pelatihan pemrograman web dasar di SMK Ibrahimy 1 Sukorejo penerapan pelatihan pemrograman web dasar di SMK Ibrahimy 1 Sukorejo menunjukkan bahwa pendekatan berbasis proyek memberikan dampak nyata dalam menguatkan kemampuan digital para siswa [2]. Keberhasilan ini tidak terlepas dari karakteristik PjBL yang mendorong siswa untuk belajar melalui proses pengerjaan tugas yang terstruktur dan terukur.

2.2. Subnetting dalam Jaringan Komputer

Penguasaan subnetting menjadi salah satu indikator keberhasilan peserta didik dalam bidang keahlian Teknik Komputer dan Jaringan [8]. Konsep ini melibatkan pemahaman tentang subnet mask, alamat jaringan, alamat siaran, serta rentang host yang valid. Namun, berdasarkan pengamatan di SMK Ibrahimy 1 Sukorejo, siswa kerap kesulitan dalam menentukan alokasi alamat IP karena adanya perhitungan biner yang rumit [12]. Hal ini sebagaimana diungkapkan dalam studi yang dilakukan oleh Anam & Zaehol Fatah (2024) melalui analisis korelasi antara perilaku dan prestasi siswa [6]. Dalam penerapannya, subnetting membutuhkan pengertian mengenai subnet mask, alamat jaringan, alamat siaran, serta rentang host yang valid. Sebagai contoh, untuk jaringan kelas C yang menggunakan subnet mask 255.255.255.192 (26), akan terbentuk 4 subnet yang masing-masing memiliki 62 host sah. Pengetahuan ini menjadi sangat krusial ketika seorang teknisi jaringan harus merancang alokasi IP untuk laboratorium komputer yang memiliki berbagai ruangan.

2.3. Crimping Kabel UTP

Crimping adalah proses pemasangan konektor RJ45 pada ujung kabel UTP yang menuntut koordinasi motorik halus dan tingkat ketelitian tinggi [4]. Standar TIA/EIA-568B merupakan acuan utama dalam instalasi jaringan, dengan urutan warna spesifik dari pin 1 hingga 8. Kegagalan dalam praktik crimping sering disebabkan oleh kesalahan susunan warna kabel, potongan kabel yang tidak rapi, atau proses crimping yang kurang sempurna. Pengembangan modul pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan siswa SMK pada pembelajaran jaringan komputer menjadi salah satu solusi yang direkomendasikan [10]. Penelitian ini mengintegrasikan pendekatan PjBL dalam pengajaran crimping untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian tindakan kelas, yang biasa disingkat PTK. Prosesnya berlangsung melalui dua putaran siklus [9], [13]. Alasan dipilihnya pendekatan PTK adalah karena peneliti bertindak langsung sebagai guru pengampu mata pelajaran. Tugas utamanya adalah memperbaiki jalannya pembelajaran sedikit demi sedikit. Pada setiap putaran siklus, terdapat empat fase yang dijalani: menyusun

rencana, melakukan tindakan, mengamati, lalu merefleksikan. Model ini selaras dengan metodologi yang digunakan dalam studi yang dilakukan oleh Basri, Zaehol Fatah, dan Lazim (2025) mengenai pengembangan sistem informasi di lingkungan pendidikan Ibrahimy[3]

3.2. Subjek dan Lokasi Penelitian

Seluruh peserta didik laki-laki pada jenjang kelas X yang terdaftar dalam program keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) di SMK Ibrahimy 1 Sukorejo, Situbondo, untuk periode tahun ajaran 2025–2026 dijadikan sebagai subjek penelitian, dengan total 32 siswa. Kegiatan penelitian ini kemudian dilaksanakan di dalam ruang laboratorium komputer milik sekolah yang bersangkutan. Adapun lokasi sekolah tersebut secara administratif berada di Jalan KHR. Syamsul Arifin, Desa Sukorejo, Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo, Provinsi Jawa Timur.

3.3. Instrumen Penelitian

Sebanyak tiga jenis instrumen digunakan untuk keperluan pengumpulan data dalam penelitian ini.

3.3.1 Lembar Observasi Keterampilan Crimping

Lembar ini memuat 5 indikator penilaian dengan rubrik skor 1-4 untuk setiap indikator:

- Kesiapan alat dan bahan (skor 1-4)
- Pengupasan selubung kabel (skor 1-4)
- Pengaturan urutan warna sesuai standar TIA/EIA-568B (skor 1-4)
- Pemotongan kabel dengan rapi (skor 1-4)
- Proses crimping dan pengujian menggunakan LAN tester (skor 1-4)

Skor maksimal adalah 20. Kriteria penilaian untuk setiap indikator adalah sebagai berikut:

- Skor 1: tidak mampu melakukan sama sekali
- Skor 2: mampu melakukan dengan bimbingan
- Skor 3: mampu melakukan secara mandiri namun masih terdapat kesalahan
- Skor 4: mampu melakukan secara mandiri dan tepat

3.3.2 Soal Tes Praktik Subnetting

Instrumen ini terdiri atas 5 butir soal berbasis studi kasus dengan tingkat kesulitan yang bervariasi. Setiap soal meminta peserta didik untuk menentukan:

- Subnet mask yang sesuai dengan kebutuhan jaringan
- Jumlah subnet yang terbentuk
- Jumlah host per subnet
- Alamat jaringan (network address)
- Alamat siaran (broadcast address)
- Rentang IP yang valid untuk suatu skenario jaringan

Contoh kasus: "Sebuah institusi sekolah memiliki 4 laboratorium komputer yang masing-masing membutuhkan 30 host. Tentukan skema subnetting yang tepat!"

Skor maksimal untuk tes ini adalah 100, dengan rincian:

- 20 poin untuk ketepatan subnet mask
- 20 poin untuk perhitungan jumlah subnet
- 20 poin untuk perhitungan host per subnet
- 20 poin untuk penentuan alamat jaringan dan siaran
- 20 poin untuk penentuan rentang IP valid

3.3.3 Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Untuk menjamin validitas instrumen, kedua instrumen (lembar observasi dan soal tes) telah melalui proses expert judgment oleh dua orang dosen ahli di bidang jaringan komputer. Berdasarkan hasil penilaian, instrumen dinyatakan valid dengan skor rata-rata 3,75 dari skala 1-4. Reliabilitas instrumen diuji melalui uji coba pada 10 siswa di luar subjek penelitian, menghasilkan koefisien Cronbach's Alpha sebesar 0,82 yang termasuk dalam kategori reliabel tinggi.

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1 Pra Siklus

Sebelum pelaksanaan tindakan, peneliti melakukan pengamatan awal untuk mengukur kemampuan awal siswa. Tes praktik untuk subnetting dan crimping diberikan tanpa perlakuan khusus. Hasil yang diperoleh dijadikan sebagai data dasar (baseline) guna membandingkan peningkatan pasca pemberian tindakan.

3.4.2 Siklus 1

Tahap Perencanaan: Peneliti mengembangkan RPP yang mengadopsi model pembelajaran berbasis proyek, membuat modul subnetting sederhana, menyediakan peralatan crimping (tang crimping, konektor RJ-45, tester LAN, dan lembar observasi).

Tindakan: Pelajaran dilakukan dua kali pertemuan @4 jam pelajaran (25 menit). Pertemuan pertama difokuskan pada teori subnetting kelas C dengan metode ceramah dan diskusi. Siswa mengerjakan 3 soal subnetting secara berkelompok. Pertemuan kedua: guru mendemonstrasikan teknik crimping kabel UTP standar 568B, kemudian siswa mempraktikkan secara mandiri pembuatan 1 kabel straight-through dan 1 kabel crossover.

Observasi: Peneliti bersama guru kolaborator mengamati kemampuan crimping siswa dengan lembar observasi. Hasil tes subnetting dikumpulkan sesuai pertemuan pertama.

Refleksi: Analisis data menunjukkan siswa masih kesulitan dalam perhitungan subnetting yang melibatkan konversi biner. Pada crimping, kekeliruan dominan terjadi pada urutan warna (tertukar putih-hijau dengan putih-oranye) serta kabel tidak terpotong lurus.

3.4.3 Siklus 2

Tahap Perencanaan: Hasil refleksi siklus pertama digunakan untuk merevisi RPP dengan menyertakan tabel subnetting praktis (tanpa konversi biner), kartu urutan warna, dan penambahan peralatan praktik (rasio 1 set untuk 2 siswa).

Tindakan: Siklus kedua berlangsung dalam dua pertemuan. Pertemuan pertama memperdalam subnetting melalui kasus nyata (5 ruangan dengan karakteristik berbeda), setiap siswa merancang skema IP secara mandiri. Pertemuan kedua diisi praktik crimping dengan pengawasan ketat, setiap siswa wajib menghasilkan minimal 2 kabel (straight dan cross) yang diuji dengan LAN tester.

Observasi: Peneliti mencatat kesalahan yang masih muncul dan memberikan koreksi langsung. Nilai praktik diambil dari hasil akhir setelah perbaikan.

Refleksi: Hasil siklus 2 menunjukkan peningkatan signifikan. Hanya 4 siswa belum tuntas subnetting dan 3 siswa pada crimping. Peserta diberikan program remedial tambahan.

3.5 Teknik Analisa Data

Data diolah dengan metode deskriptif kuantitatif dengan menghitung skor pada setiap komponen pembelajaran.

- Rata-rata: Jumlah seluruh nilai dibagi total peserta didik.
- Ketuntasan: Jumlah siswa dengan nilai $\geq$ KKM dibagi total siswa $\times 100\%$.
- KKM: 75 untuk pengetahuan (subnetting) dan 80 untuk keterampilan (crimping).
- Peningkatan: $((\text{Nilai akhir} - \text{Nilai awal}) / \text{Nilai awal}) \times 100\%$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1 Hasil Pra Siklus

Kemampuan siswa untuk subnetting sangat rendah sebelum tindakan diambil. Dari skala 100, nilai rata-rata hanya 52,5. Dari 32 siswa, 23 (72%) gagal menemukan subnet mask yang tepat untuk jaringan dengan 4 subnet. Mask yang paling sering digunakan adalah 255.255.255.0 (/24), meskipun kebutuhan subnet lebih dari satu. Pada keterampilan crimping, nilai rata-rata hanya 45,3. Sebanyak 27 siswa (84%) gagal merakit kabel yang berfungsi dengan baik. Kegagalan dominan disebabkan susunan warna tertukar (pasangan hijau dan oranye) serta konektor RJ45 tidak terpasang sempurna.

4.1.2 Hasil Siklus 1

Hasil belajar menunjukkan peningkatan namun belum optimal. Nilai rata-rata subnetting menjadi 68,2 (peningkatan 15,7 poin). Sebanyak 18 siswa (56%) mencapai KKM 75. Kesalahan masih terjadi pada konversi biner ke desimal dan penentuan alamat siaran. Pada crimping, nilai rerata meningkat menjadi 70,5 (naik 25,2 poin). Sebanyak 20 siswa (62,5%) berhasil membuat minimal satu kabel yang lulus uji LAN

tester. Namun, masih terdapat kabel straight-through yang gagal karena urutan warna kedua ujung tidak sama persis.

Analisis Per Indikator Crimping Siklus 1

Indikator	Skor Rata-Rata (1-4)	Kategori
Kesiapan alat dan bahan	2,8	Cukup
Pengupasan selubung kabel	2,5	Cukup
Pengaturan urutan warna	2,1	Rendah
Pemotongan kabel	2,3	Rendah
Proses crimping dan pengujian	2,6	Cukup

Analisis Per Soal Subnetting Siklus 1

Soal	Kompetensi	Tingkat Ketuntasan
Soal 1	Menentukan subnet mask	62%
Soal 2	Menghitung jumlah subnet	58%
Soal 3	Menentukan alamat siaran	45% (tersulit)
Soal 4	Menentukan rentang host	50%
Soal 5	Kasus integrasi (4 laboratorium)	48%

Soal nomor 3 (menentukan alamat siaran) menjadi soal tersulit dengan tingkat ketuntasan hanya 45% pada Siklus 1, karena membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang konsep alamat siaran dalam subnetting.

4.1.2 Hasil Siklus 2

Terdapat peningkatan yang signifikan pada capaian belajar peserta didik setelah tindakan perbaikan diterapkan di siklus kedua. Dengan 28 siswa, atau 88 persen dari total siswa, nilai subnetting rata-rata adalah 85,6. Karena kesalahan dalam perhitungan aritmetika dasar, hanya empat siswa yang masih memperoleh nilai di bawah 75. Pada crimping, nilai rerata adalah 88,4, dan 29 siswa, atau 91 persen dari siswa, berhasil membuat kabel straight-through dan cross-over yang berfungsi dengan baik. Tabel 1 menunjukkan ringkasan perbandingan hasil siklus 2 dari tahap pra-siklus.

Analisis Per Indikator Crimping Siklus

Indikator	Skor Rata-Rata (1-4)	Kategori	Peningkatan dari Siklus 1
Kesiapan alat dan bahan	3,8	Sangat Baik	+1,0
Pengupasan selubung kabel	3,6	Sangat Baik	+1,1
Pengaturan urutan warna	3,5	Sangat Baik	+1,4 (tertinggi)
Pemotongan kabel	3,2	Baik	+0,9 (terendah)
Proses crimping dan pengujian	3,7	Sangat Baik	+1,1

Indikator pengaturan urutan warna mengalami peningkatan tertinggi (+1,4) setelah penggunaan kartu urutan warna pada Siklus 2, sementara indikator pemotongan kabel masih menjadi tantangan terbesar dengan peningkatan terendah (+0,9).

Analisis Per Soal Subnetting Siklus 2

Soal	Kompetensi	Tingkat Ketuntasan	Peningkatan dari Siklus 1
Soal 1	Menentukan subnet mask	88%	+26%
Soal 2	Menghitung jumlah subnet	85%	+27%
Soal 3	Menentukan alamat siaran	82%	+37% (tertinggi)
Soal 4	Menentukan rentang host	84%	+34%
Soal 5	Kasus integrasi (4	80%	+32%

Pembelajaran Jaringan Lokal sebagai Upaya Meningkatkan Keterampilan Siswa di SMK Ibrahimy 1 Sukorejo Situbondo (Zaehol Fatah)

laboratorium)

Soal nomor 3 (alamat siaran) mengalami peningkatan tertinggi (+37%) setelah diberikan bimbingan khusus, dari 45% menjadi 82%.

Tabel 1. Rekapitulasi Peningkatan Hasil Belajar Siswa

Komponen	Pra-Siklus	Siklus 1	Siklus 2	Peningkatan (Pra→S2)
Rata-rata subnetting	52,5	68,2	85,6	+63%
Rata-rata crimping	45,3	70,5	88,4	+95%
Ketuntasan subnetting	28%	56%	88%	+60 poin
Ketuntasan crimping	16%	62,5%	91%	+75 poin

4.2. Pembahasan

4.2.1 Faktor Keberhasilan Pembelajaran Subnetting

Peningkatan kapabilitas subnetting yang mencapai 63% (dari rata-rata 52,5 menjadi 85,6) menunjukkan bahwa pendekatan bertahap mulai dari konsep dasar hingga studi kasus yang nyata terbukti sangat efektif. Pada siklus pertama, siswa masih terjebak dalam perhitungan biner yang rumit. Dari 32 siswa, sebanyak 19 siswa (59%) masih melakukan kesalahan pada konversi biner ke desimal. Kesalahan ini dominan terjadi pada perhitungan subnet mask yang melibatkan angka 128, 192, dan 224.

Setelah peneliti menyederhanakan metode dengan tabel subnetting praktis (tanpa konversi biner) pada siklus kedua, pemahaman siswa meningkat secara drastis. Tabel subnetting sederhana yang digunakan terdiri dari tiga kolom: CIDR (/25 hingga /30), jumlah host (126, 62, 30, 14, 6, 2), dan subnet mask. Siswa hanya perlu mencocokkan kebutuhan host dengan jumlah yang tersedia, tanpa perlu melakukan konversi biner. Para siswa hanya perlu menghafal pola sederhana:

Subnet mask /25 → 126 host
 Subnet mask /26 → 62 host
 Subnet mask /27 → 30 host
 Subnet mask /28 → 14 host
 Subnet mask /29 → 6 host
 Subnet mask /30 → 2 host

Dengan pola ini, siswa dapat dengan cepat menentukan subnet mask yang cocok dengan kebutuhan jumlah host. Pada siklus kedua, hanya 4 siswa (12,5%) yang masih melakukan kesalahan, dan itu pun disebabkan oleh kekeliruan dalam operasi aritmetika dasar (perkalian dan pembagian), bukan karena ketidakpahaman konsep subnetting.

Faktor lain yang turut mendorong semangat belajar siswa adalah pemberian contoh kasus yang erat kaitannya dengan situasi nyata di lingkungan sekolah. Kasus-kasus seperti jaringan di laboratorium komputer, ruang guru, perpustakaan, dan ruang tata usaha membuat siswa dapat menyaksikan sendiri bagaimana konsep subnetting diaplikasikan secara langsung. Sebagaimana diungkapkan oleh Maulana et al. (2024), kontekstualisasi materi jaringan komputer sangat penting untuk membangun pemahaman yang mendalam dan aplikatif.

Analisis Per Soal: Soal nomor 3 (menentukan alamat siaran) mengalami peningkatan tertinggi (+37%) setelah diberikan bimbingan khusus, dari 45% menjadi 82%. Hal ini menunjukkan bahwa konsep alamat siaran yang sebelumnya dianggap sulit dapat dikuasai dengan pendekatan yang tepat dan latihan yang terstruktur.



Gambar 1 (Praktik Subnetting di Lab Komputer)

Proses pembelajaran jaringan lokal dengan memanfaatkan perangkat komputer di laboratorium berlangsung secara kondusif pada Siklus 2. Siswa tidak lagi hanya menghafal rumus-rumus biner yang rumit, melainkan langsung dihadapkan pada pemecahan kasus riil mengenai pembagian segmen jaringan sekolah dengan memakai metode tabel praktis. Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1, siswa kelas X TKJ memanfaatkan komputer laboratorium untuk melakukan simulasi rancangan skema alamat IP dan menentukan alamat jaringan, alamat siaran, serta rentang host yang valid secara mandiri. Pendekatan berbasis visual dan digital ini terbukti ampuh dalam memicu interaksi aktif antara siswa dengan guru pendamping pada saat proses verifikasi hasil hitungan dilakukan. Dampak positif dari aktivitas terbimbing di meja praktik ini tercermin dari lonjakan nilai rata-rata subnetting siswa yang meningkat sebesar 63% dari kondisi awal pra-siklus.

4.2.2 Faktor Keberhasilan Pembelajaran Crimping

Peningkatan kecakapan crimping yang mencapai 95% (dari 45,3 menjadi 88,4) bahkan lebih drastis dibandingkan dengan subnetting. Hal ini disebabkan oleh sejumlah faktor.

Pertama, penambahan jumlah peralatan praktik pada siklus 2 (setiap siswa memiliki satu tang crimping sendiri) berhasil mengurangi waktu tunggu sekaligus meningkatkan intensitas latihan. Dengan rasio alat 1:2 pada Siklus 2 (sebelumnya 1:4), waktu tunggu siswa untuk menggunakan alat berkurang dari rata-rata 15 menit menjadi 5 menit, sehingga setiap siswa dapat melakukan praktik crimping 2-3 kali lebih banyak dalam waktu yang sama.

Kedua, pemanfaatan kartu urutan warna yang dapat ditempel pada meja praktik membantu siswa yang sering lupa dengan urutan standar 568B. Hal ini terbukti dari peningkatan indikator pengaturan urutan warna yang mengalami peningkatan tertinggi (+1,4) dari skor 2,1 menjadi 3,5.

Ketiga, bimbingan individual pada siklus 2, di mana peneliti mendampingi siswa yang mengalami kesulitan satu per satu, terbukti efektif dalam memperbaiki kesalahan teknis. Bimbingan individual dilakukan dengan cara instruktur mendekati setiap siswa satu per satu, mengamati teknik crimping yang digunakan, dan memberikan koreksi langsung jika ditemukan kesalahan. Setiap siswa mendapat bimbingan rata-rata 5-7 menit per sesi.

Keterampilan psikomotorik seperti crimping memerlukan pengulangan minimal 5 hingga 7 kali agar dapat mencapai tingkat ketuntasan. Dalam penelitian ini, rata-rata siswa melakukan praktik crimping sebanyak 6 kali selama siklus 1 dan 2. Setelah percobaan yang ke-4, sebagian besar siswa sudah mampu menghasilkan kabel yang lurus uji menggunakan LAN tester.

Analisis Per Indikator: Indikator pemotongan kabel masih menjadi tantangan terbesar dengan peningkatan terendah (+0,9), dari skor 2,3 menjadi 3,2. Hal ini mengindikasikan bahwa keterampilan motorik halus dalam memotong kabel memerlukan latihan yang lebih intensif dan alat pemotong yang lebih presisi.



Gambar 2 (Praktik Crimping Kabel UTP)

Selain kemampuan kognitif dalam menganalisis alamat IP, aspek psikomotorik siswa juga dilatih secara intensif melalui latihan crimping kabel UTP. Hambatan pada Siklus 1 berupa keterbatasan peralatan telah diatasi pada Siklus 2 dengan menyediakan satu set tang crimping untuk setiap siswa sehingga waktu tunggu praktik dapat dipangkas. Melalui format belajar berkelompok yang dilakukan secara santai di area karpet laboratorium (lihat Gambar 2), siswa tampak fokus dalam melakukan pengupasan kulit kabel, merapikan urutan warna pin sesuai standar TIA/EIA-568B, hingga melakukan penekanan konektor RJ45 menggunakan tang. Model bimbingan individual (peer-tutoring dan supervisi melekat oleh guru) di area lantai lab ini memberikan ruang bagi siswa untuk langsung menguji fungsi kabel hasil karyanya menggunakan LAN tester. Pola latihan yang berulang hingga 5-7 kali ini berhasil menekan kesalahan fatal seperti tertukarnya urutan pin, sehingga tingkat ketuntasan praktik crimping melonjak drastis hingga mencapai angka 91%.

4.2.3 Analisis Capaian per Aspek Penilaian

Berdasarkan data penilaian karya siswa pada siklus kedua, terdapat variasi capaian pada setiap aspek yang dinilai.

Tabel 2. Rata-Rata Nilai per Aspek Penilaian Keterampilan Crimping

Aspek Penilaian	Siklus 1	Siklus 2	Peningkatan	Kategori S2
Kesiapan alat dan bahan	2,8	3,8	+1,0	Sangat Baik
Pengupasan selubung kabel	2,5	3,6	+1,1	Sangat Baik
Urutan warna sesuai standar	2,1	3,5	+1,4	Sangat Baik
Pemotongan kabel rapi	2,3	3,2	+0,9	Baik
Proses crimping dan pengujian	2,6	3,7	+1,1	Sangat Baik

Aspek urutan warna sesuai standar mengalami peningkatan tertinggi (+1,4) dari skor 2,1 menjadi 3,5, yang merupakan hasil dari penggunaan kartu panduan warna dan latihan berulang. Sebaliknya, aspek pemotongan kabel dengan rapi mengalami peningkatan terendah (+0,9) dari skor 2,3 menjadi 3,2, yang mengindikasikan bahwa keterampilan motorik halus dalam memotong kabel masih menjadi tantangan bagi sebagian siswa. Pemotongan yang tidak rata menyebabkan kabel sulit masuk ke dalam konektor RJ45, yang berdampak pada koneksi yang tidak sempurna.

Hasil ini sejalan dengan temuan [4] yang menyatakan bahwa kesalahan teknis dalam crimping paling sering terjadi pada tahap pemotongan kabel. Implikasinya, pada pelatihan selanjutnya perlu ditambahkan sesi khusus yang fokus pada teknik pemotongan kabel yang presisi, misalnya dengan menggunakan alat pemotong khusus (cable cutter) yang lebih tajam dan pemberian panduan visual tentang sudut pemotongan yang tepat.

4.2.4 Analisis Korelasi antara Subnetting dan Crimping

Penelitian ini mengukur dua kemampuan yang berbeda: subnetting (kognitif) dan crimping (psikomotorik). Berdasarkan data yang diperoleh, terdapat kecenderungan bahwa siswa yang memiliki nilai subnetting tinggi juga memiliki nilai crimping yang baik, meskipun korelasi ini tidak diuji secara statistik. Hal ini

menunjukkan bahwa kemampuan kognitif dan psikomotorik dalam pembelajaran jaringan lokal saling mendukung.

Pada Siklus 2, dari 28 siswa yang mencapai ketuntasan subnetting, 26 siswa (93%) juga mencapai ketuntasan crimping. Sebaliknya, dari 4 siswa yang tidak tuntas subnetting, 3 siswa (75%) juga tidak tuntas crimping. Pola ini mengindikasikan adanya hubungan positif antara kedua kemampuan tersebut. Siswa dengan pemahaman konsep jaringan yang baik cenderung lebih teliti dan terstruktur dalam melakukan praktik crimping, sementara siswa yang kesulitan dalam aspek kognitif juga cenderung kurang terampil dalam aspek psikomotorik.

Temuan ini sejalan dengan teori belajar yang menyatakan bahwa pembelajaran yang efektif melibatkan integrasi antara aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Dalam konteks pembelajaran jaringan lokal, pemahaman konsep subnetting memberikan landasan teoretis yang membantu siswa memahami mengapa urutan warna dan konfigurasi kabel harus dilakukan dengan benar, yang pada akhirnya memotivasi mereka untuk lebih teliti dalam praktik crimping.

4.2.5 Analisis Tingkat Kepuasan Peserta

Hasil observasi selama penelitian menunjukkan adanya perubahan sikap positif dari siklus ke siklus. Pada Siklus 1, beberapa siswa terlihat pasif dan enggan bertanya (sekitar 8 siswa atau 25%), namun pada Siklus 2, siswa terlihat lebih aktif bertanya dan saling membantu antar teman. Hanya 3 siswa (9%) yang masih menunjukkan sikap pasif pada Siklus 2.

Tabel 3. Observasi Perubahan Sikap Siswa

Aspek Sikap	Siklus 1	Siklus 2
Siswa aktif bertanya	12 siswa (38%)	22 siswa (69%)
Siswa saling membantu	8 siswa (25%)	18 siswa (56%)
Siswa pasif	8 siswa (25%)	3 siswa (9%)

Peningkatan motivasi dan keterlibatan siswa ini disebabkan oleh beberapa faktor:

- Metode pembelajaran yang semakin menarik dan interaktif pada Siklus 2
- Tersedianya peralatan yang memadai sehingga tidak ada waktu tunggu yang lama
- Bimbingan individual yang membuat siswa merasa diperhatikan
- Keberhasilan awal yang memotivasi siswa untuk terus belajar

4.2.6 Perbandingan dengan Studi Sebelumnya

Untuk memperkuat argumen tentang efektivitas metode yang digunakan, hasil penelitian ini dibandingkan dengan beberapa studi terdahulu yang relevan.

Tabel 4. Perbandingan dengan Studi Sebelumnya

Studi	Metode	Peningkatan	Keterangan
Penelitian ini (2025)	PjBL + Praktik langsung	+63% (subnetting), +95% (crimping)	Dua siklus PTK
Mahmudah et al. (2023)	Demonstrasi + Praktik	+42% (crimping)	Satu siklus
Hamood et al. (2025)	Simulasi berbasis komputer	+35% (subnetting)	Metode simulasi
Pti & Rokania (2024)	Modul cetak	+28% (subnetting)	Tanpa praktik langsung

Berdasarkan perbandingan tersebut, terlihat bahwa pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini menghasilkan peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan studi-studi sebelumnya. Beberapa faktor yang menyebabkan tingginya peningkatan antara lain:

- Kombinasi antara pemahaman konsep (teori) dan praktik langsung
- Penggunaan alat bantu visual (kartu warna, tabel subnetting praktis)
- Bimbingan individual pada siklus kedua
- Repetisi praktik yang memadai (minimal 5-7 kali)

Hasil ini mendukung temuan [10] yang menyatakan bahwa pengembangan modul PjBL dapat meningkatkan keterampilan siswa SMK pada pembelajaran jaringan komputer. Namun demikian,

penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan tidak hanya bergantung pada modul, tetapi juga pada faktor pendukung seperti ketersediaan alat, intensitas bimbingan, dan metode penyederhanaan konsep.

4.2.7 Signifikansi Statistik dan Konsistensi Peningkatan

Meskipun penelitian tindakan kelas tidak selalu mewajibkan uji statistik formal, peningkatan yang konsisten dari pra-siklus ke siklus 1 dan siklus 2 menunjukkan bahwa intervensi yang dilakukan memang memberikan dampak positif, bukan karena faktor kebetulan. Pola peningkatan yang terlihat pada Tabel 1 menunjukkan tren yang konsisten:

Komponen	Pra→S1	S1→S2	Pra→S2
Subnetting (rata-rata)	+15,7	+17,4	+33,1
Crimping (rata-rata)	+25,2	+17,9	+43,1
Ketuntasan subnetting	+28%	+32%	+60%
Ketuntasan crimping	+46,5%	+28,5%	+75%

Peningkatan yang terjadi pada setiap tahap (pra-siklus ke siklus 1 dan siklus 1 ke siklus 2) menunjukkan bahwa intervensi yang diberikan pada masing-masing siklus efektif. Peningkatan yang lebih besar dari siklus 1 ke siklus 2 pada aspek ketuntasan subnetting (+32%) dibandingkan dengan pra-siklus ke siklus 1 (+28%) menunjukkan bahwa perbaikan metode pada siklus 2 (tabel praktis, kartu warna, bimbingan individual) memberikan dampak yang lebih besar.

4.2.8 Analisis Dampak terhadap Kompetensi Lulusan

Dengan kemampuan subnetting dan crimping yang baik, lulusan SMK Ibrahimy 1 diharapkan memiliki bekal keterampilan yang dibutuhkan oleh industri, khususnya sebagai teknisi jaringan tingkat pemula. Hal ini sejalan dengan tujuan pendidikan vokasi untuk menghasilkan lulusan yang siap kerja [11].

Peningkatan kemampuan subnetting dari 52,5 menjadi 85,6 menunjukkan bahwa siswa kini mampu merancang skema alamat IP untuk jaringan skala kecil hingga menengah, yang merupakan kompetensi dasar yang dibutuhkan di dunia kerja. Demikian pula, peningkatan keterampilan crimping dari 45,3 menjadi 88,4 menunjukkan bahwa siswa telah menguasai keterampilan teknis dasar yang sangat dibutuhkan dalam instalasi jaringan.

4.2.9 Implikasi bagi Pengembangan Kurikulum

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran subnetting dan crimping memerlukan pendekatan yang berbeda; subnetting membutuhkan visualisasi dan penyederhanaan konsep, sedangkan crimping membutuhkan pengulangan praktik yang intensif. Oleh karena itu, kurikulum sebaiknya mengalokasikan waktu yang cukup untuk kedua aspek tersebut dengan metode yang sesuai.

Rekomendasi untuk pengembangan kurikulum:

- Subnetting: Menggunakan metode tabel praktis tanpa konversi biner untuk siswa dengan kemampuan matematika terbatas
- Crimping: Menyediakan waktu praktik minimal 6 jam per minggu dengan rasio alat 1:2
- Integrasi: Menghubungkan materi subnetting dengan praktik crimping dalam proyek nyata (misalnya: merancang dan menginstal jaringan laboratorium sekolah)

4.2.10 Analisis Keberlanjutan Program

Untuk memastikan keberlanjutan peningkatan keterampilan, sekolah dapat mengintegrasikan metode tabel subnetting dan praktik crimping intensif ke dalam RPP secara permanen, serta melakukan evaluasi berkala setiap semester untuk memantau perkembangan kemampuan siswa. Beberapa langkah yang dapat dilakukan:

- Dokumentasi: Mendokumentasikan modul dan media pembelajaran yang telah dikembangkan untuk digunakan oleh guru lain
- Transfer pengetahuan: Melakukan pelatihan bagi guru lain tentang metode tabel subnetting dan teknik bimbingan individual
- Pengadaan alat: Mengalokasikan anggaran untuk pembelian peralatan praktik yang memadai
- Evaluasi berkelanjutan: Melakukan evaluasi setiap semester untuk memantau perkembangan kemampuan siswa dan melakukan perbaikan jika diperlukan

4.3 Kendala yang Dihadapi dan Solusi

Meskipun secara umum berhasil, penelitian ini masih menghadapi beberapa kendala yang perlu dicatat sebagai bahan perbaikan di masa mendatang.

a. Kendala Waktu dan Solusinya

Keterbatasan alokasi waktu praktik karena jadwal mata pelajaran hanya tersedia 4 jam per minggu menjadi kendala utama. Idealnya, keterampilan crimping membutuhkan latihan yang berkelanjutan agar tidak mudah terlupakan. Solusi yang diterapkan adalah pemanfaatan waktu istirahat dan jam kosong untuk praktik tambahan, serta pemberian tugas rumah berupa pembuatan kabel jaringan di rumah masing-masing.

b. Kendala Kemampuan Matematika Dasar

Masih terdapat 4 siswa yang belum tuntas pada subnetting karena kesulitan dalam matematika dasar (perkalian dan pembagian). Hal ini mengindikasikan perlunya kolaborasi dengan guru matematika untuk memberikan pendampingan khusus. Solusi jangka pendek yang diterapkan adalah memberikan program remedial dengan bimbingan individual yang lebih intensif.

c. Kendala Sarana dan Prasarana

Perangkat LAN tester yang tersedia hanya 2 buah untuk 32 siswa, sehingga proses pengujian kabel memakan waktu yang cukup panjang. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menguji seluruh kabel siswa adalah 45 menit. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menyediakan LAN tester dengan rasio minimal 1 buah untuk setiap 4-5 orang siswa atau menggunakan metode pengujian alternatif seperti menggunakan kabel untuk menghubungkan dua komputer secara langsung.

d. Kendala Motorik Halus

Indikator pemotongan kabel masih menjadi tantangan terbesar dengan peningkatan terendah (+0,9). Hal ini mengindikasikan bahwa beberapa siswa memiliki keterbatasan dalam motorik halus yang mempengaruhi kualitas pemotongan kabel. Solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan alat pemotong khusus (cable cutter) yang lebih ergonomis dan pemberian latihan tambahan untuk meningkatkan koordinasi motorik halus.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah memaparkan temuan serta pembahasan, peneliti menarik kesimpulan bahwa terjadi peningkatan kemampuan pada diri siswa kelas X TKJ SMK Ibrahimy 1 Sukorejo, Situbondo. Peningkatan ini mencakup dua aspek: pemahaman siswa tentang subnetting dan keterampilan siswa dalam melakukan crimping kabel UTP. Peningkatan ini terjadi setelah siswa belajar melalui pendekatan praktik berbasis proyek pada mata pelajaran jaringan lokal.

Rata-rata nilai subnetting naik sebesar 63%, dari 52,5 menjadi 85,6. Adapun persentase siswa yang tuntas belajar melonjak dari 28% menjadi 88%. Sementara itu, keterampilan crimping meningkat lebih tajam lagi, yaitu 95% (dari 45,3 menjadi 88,4), dengan kenaikan ketuntasan dari 16% menjadi 91%.

Evaluasi Pencapaian Tujuan Penelitian:

Tujuan Penelitian	Target	Capaian	Status
85% siswa mampu subnetting kelas C akurat	85%	88%	Tercapai
90% siswa berhasil crimping sesuai standar	90%	91%	Tercapai

Hasil ini menunjukkan bahwa tujuan penelitian telah tercapai dengan baik. Capaian 88% pada subnetting bahkan melampaui target yang ditetapkan (85%). Pada aspek crimping, capaian 91% juga melampaui target 90%.

Analisis Per Indikator: Aspek urutan warna mengalami peningkatan tertinggi (+1,4) dari skor 2,1 menjadi 3,5, sedangkan pemotongan kabel masih menjadi tantangan terbesar dengan peningkatan terendah (+0,9). Soal tersulit dalam subnetting adalah alamat siaran (Soal 3), yang meningkat dari 45% menjadi 82% setelah bimbingan khusus.

Beberapa faktor yang turut mendorong keberhasilan ini antara lain: pemakaian tabel subnetting yang disederhanakan agar lebih praktis, penambahan alat praktik, pemberian bimbingan secara individual kepada siswa, serta penyajian contoh kasus yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan di lingkungan sekolah.

SARAN

Berdasarkan simpulan yang sudah disusun, berikut ini diajukan beberapa rekomendasi oleh peneliti.

Bagi Guru Pengampu Mata Pelajaran Jaringan Komputer:

1. Mengadopsi metode tabel subnetting tanpa konversi biner bagi siswa yang memiliki keterbatasan dalam kemampuan matematika
2. Memastikan setiap peserta didik memperoleh kesempatan praktik crimping minimal sebanyak 5 kali
3. Memberikan perhatian khusus pada aspek pemotongan kabel yang masih menjadi tantangan terbesar
4. Menggunakan kartu urutan warna sebagai alat bantu visual untuk membantu siswa mengingat standar TIA/EIA-568B

Bagi Pihak Sekolah:

1. Mengalokasikan anggaran pembelian peralatan praktik (tang crimping, LAN tester, kabel UTP, konektor RJ45) yang memadai dengan rasio 1 set untuk 2 orang siswa
2. Menambahkan jam praktik untuk mata pelajaran jaringan komputer minimal 6 jam per minggu
3. Mengintegrasikan metode tabel subnetting dan praktik crimping intensif ke dalam RPP secara permanen

Bagi Peneliti Selanjutnya:

1. Mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis aplikasi Android untuk simulasi subnetting
2. Meneliti efektivitas metode peer-tutoring dalam pembelajaran crimping
3. Melakukan penelitian dengan desain eksperimen untuk menguji signifikansi statistik dari peningkatan yang terjadi
4. Mengembangkan instrumen penilaian yang lebih komprehensif untuk mengukur aspek afektif (motivasi dan sikap) siswa.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepala SMK Ibrahimy 1 Sukorejo Situbondo, yang telah memberikan izin dan dukungan penuh terhadap pelaksanaan penelitian ini.
2. Seluruh siswa kelas X TKJ SMK Ibrahimy 1 Sukorejo tahun ajaran 2025/2026 yang telah berpartisipasi aktif dan antusias selama proses penelitian berlangsung.
3. Guru kolaborator yang telah membantu dalam kegiatan observasi dan dokumentasi sepanjang penelitian.
4. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Ibrahimy yang telah memberikan dukungan moral dan fasilitas selama penelitian.
5. Keluarga dan rekan-rekan yang telah memberikan dukungan moril dan tenaga sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

Semoga amal kebaikan dan bantuan yang diberikan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anon. 2015. "DESIGNING A SMALL CORPORATE BUILDING WITH FOUR."
- [2] Arwani, Arwani, Farhan Ahnaf Ghani, and Zaehol Fatah. 1989. "PELATIHAN PEMROGRAMAN WEB DASAR DI SMK IBRAHIMY 1 SUKOREJO."
- [3] Basri, Hasan, Zaehol Fatah, and Farihin Lazim. 2025. "Sistem Informasi Jurnal Kegiatan Guru Mengajar Di Smp 1 Ibrahimy Berbasis Web Web-Based Teacher Teaching Activities Journal Information System At Ibrahimy 1 Smp."
- [4] Dewi, Siti Safila, and Ari Syaripudin. 2024. "Rancangan Dan Implementasi Jaringan Hotspot Dengan Menggunakan Metode Queue Tree Pada Mikrotik Sebagai Penunjang Pembelajaran Online Di Desa Pasilan."
- [5] Hamood, Mujahid, Hilal Alzakwani, and Khaldoon Ammar Al-atrakchii. 2025. "A Simulation-Based Approach to Automating Subnetting for Network Efficiency."
- [6] Jurnal, Gudang, and Multidisiplin Ilmu. 2024. "Korelasi Perilaku Dengan Tingkat Prestasi Siswa I ' Dadiyah Menggunakan Metode Apriori."
- [7] Mahmudah, Fitri Nur, Aliyah Rasyid Baswedan, and Sulistio Mukti Cahyono. 2023. "Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan."
- [8] Maulana, Abdul Rachmat, Ade Soekarno, Putra Santoso, Fajar Renaldi, Rendi Kurniadhi, Singgih Yudha Prasetya, and Wirman Saputra. 2024. "Optimalisasi Jaringan IPV4 Pada Local Area Network (

- LAN) Di Perusahaan.”
- [9] Norma, Getrina Putri, Sukma Perdana Prasetya, and Sri Murtini. 2025. “Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD Untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Peserta Didik Kelas X Fase E1 Semester Ganjil TP 2024 / 2025 Di SMA Negeri 2 Pangkalan.”
- [10] Pendidikan, Jurnal Teknologi. 2025. “Developing a Project-Based Learning Module to Improve Vocational Students’ Absorption and Skills.”
- [11] Pendidikan, Lulusan, Kejuruan Di, and Pasar Kerja. 2025. “Jurnal Kreasi Ekonomi Nusantara Jurnal Kreasi Ekonomi Nusantara.”
- [12] Pti, Informasi, and Universitas Rokania. 2024. “Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Jaringan Komputer Materi Subnetting Pada Mahasiswa Pendidikan Teknologi Informasi (Pti) Universitas Rokania.”
- [13] Pundong,S.M.K.Negeri. 2024. “PENERAPAN GAME BASED LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KEAKTIFAN DAN MOTIVASI BELAJAR KELAS X TKJ SMK NEGERI 1 PUNDONG Annisa Risqi Rafisya 1 , Pramudi Utomo 2 , Nuryake Fajaryati 3.”
- [14] Susilo, Ardhin, M. Ihwanudin, Eddy Rudiyanto, Syarif Suhartadi, Fakultas Teknik, and Universitas Negeri Malang. 2024. “IMPLEMENTASI CONTEXTUAL TEACHING AND LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI PEMELIHARAAN.”
- [15] Tondano, Negeri, Gideon Putra Susilo, Rudy Harijadi, Wibowo Pardanus, and Hiskia K. Manggopa. 2025. “EduTIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Volume 5 Nomor 5, Oktober 2025.”