

## Efektivitas Model Pembelajaran Teaching Factory Dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Kolaboratif Siswa Sekolah Menengah Kejuruan

### *The Effectiveness of Teaching Factory Learning Model in Enhancing Critical Thinking and Collaborative Skills of Vocational High School Students*

**Reni Maryani, Herman Dwi Surjono**

Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

[renimaryani.2024@student.uny.ac.id](mailto:renimaryani.2024@student.uny.ac.id)

Naskah diterima tanggal 5 November 2025, direvisi akhir tanggal 5 Februari 2026, disetujui tanggal 25 Februari 2026

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas model pembelajaran Teaching Factory (TEFA) dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif siswa SMK pada program keahlian Teknik Elektronika Audio Video di SMK Negeri 4 Bandung. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif eksplanatori dengan desain quasi-experimental tipe nonequivalent control group design yang melibatkan 66 siswa: 33 kelompok eksperimen dan 33 kelompok kontrol. Instrumen penelitian mencakup tes kognitif, angket self-assessment, dan lembar observasi yang telah divalidasi dengan koefisien Cronbach's Alpha berkisar 0,87–0,97. Analisis data menggunakan statistik deskriptif, N-Gain, Independent Samples T-Test, dan Mann-Whitney U Test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) TEFA berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis dengan nilai  $t = 3,502$ , signifikansi 0,001, dan N-Gain kelompok eksperimen 64,90% dibandingkan kelompok kontrol 42,00%; (2) TEFA berpengaruh signifikan terhadap keterampilan kolaboratif dengan  $U = 307,500$ , signifikansi 0,002, dan N-Gain kelompok eksperimen 69,90% dibandingkan kelompok kontrol 43,70%; dan (3) tingkat keterlaksanaan model TEFA mencapai 91,37% dengan kategori Sangat Baik. Simpulan penelitian menegaskan bahwa atmosfer kerja industri dalam TEFA secara efektif menstimulasi pengembangan keterampilan abad ke-21 siswa SMK.

**Kata Kunci:** Teaching Factory; berpikir kritis; keterampilan kolaboratif; pendidikan vokasional; SMK.

#### Abstract

*This study aims to analyze the effectiveness of the Teaching Factory (TEFA) learning model in enhancing critical thinking and collaborative skills of vocational high school students in the Electronics Audio Video Technology program at SMK Negeri 4 Bandung. The study employed an explanatory quantitative approach with a quasi-experimental nonequivalent control group design involving 66 students: 33 experimental and 33 control group students. Instruments included cognitive tests, self-assessment questionnaires, and observation sheets validated with Cronbach's Alpha coefficients of 0.87–0.97. Data analysis used descriptive statistics, N-Gain, Independent Samples T-Test, and Mann-Whitney U Test. Results showed: (1) TEFA significantly affected critical thinking skills ( $t = 3.502$ , sig. = 0.001; experimental N-Gain = 64.90% vs. control 42.00%); (2) TEFA significantly affected collaborative skills ( $U = 307.500$ , sig. = 0.002; experimental N-Gain = 69.90% vs. control 43.70%); and (3) the TEFA implementation rate reached 91.37% (excellent category). The study concludes that the industrial work atmosphere in TEFA effectively stimulates 21st-century skill development in vocational high school students.*

**Keywords:** Teaching Factory; critical thinking; collaborative skills; vocational education; SMK.

**How to cite (APA Style) :** Maryani, R., & Surjono, H. D. (20xx). Efektivitas Model Pembelajaran Teaching Factory Dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Kolaboratif Siswa Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 21(3), 39-47. <https://doi.org/10.17509/jpp.v26i1.99089>

## PENDAHULUAN

Revolusi Industri 4.0 yang ditandai dengan kemajuan pesat teknologi digital, otomasi, Internet of Things (IoT), serta kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) telah membawa perubahan fundamental dalam lanskap ketenagakerjaan global (Wickramasinghe & Wickramasinghe, 2024).

Transformasi ini tidak hanya mengubah metode produksi dan manajemen tenaga kerja, tetapi juga mendefinisikan ulang kompetensi yang dibutuhkan pekerja abad ke-21. Dalam konteks ini, pendidikan vokasional dituntut untuk tidak lagi semata-mata menghasilkan lulusan yang terampil secara teknikal, melainkan juga membekali peserta didik dengan keterampilan kritis, kolaboratif, dan adaptif sebagai fondasi kompetensi yang berkelanjutan di dunia kerja yang dinamis (Trilling & Fadel, 2009).

Namun demikian, data empiris menunjukkan adanya kesenjangan signifikan antara output pendidikan vokasional dan kebutuhan industri. Badan Pusat Statistik (2024) mencatat bahwa tingkat pengangguran terbuka lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) mencapai 9,01% dari total angkatan kerja, menjadikan lulusan SMK sebagai kelompok dengan tingkat pengangguran tertinggi dibandingkan jenjang pendidikan lainnya. Kondisi ini merupakan cerminan dari fenomena skill gap yang oleh Indrawati dan Kuncoro (2021) didefinisikan sebagai ketidakselarasan antara kompetensi yang dihasilkan lembaga pendidikan dengan keterampilan yang dipersyaratkan industri. Penyebab mendasarnya terletak pada praktik pembelajaran yang masih didominasi pendekatan konvensional, yang cenderung menempatkan siswa sebagai subjek pasif dan kurang mengintegrasikan konteks kerja nyata ke dalam proses belajar (Suharno et al., 2020).

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kompetensi inti yang paling dikehendaki industri masa kini. Facione (1990) melalui Delphi Report mendefinisikannya sebagai proses kognitif yang bertujuan dalam bentuk penilaian, dengan sub-keterampilan inti: interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan, dan regulasi diri. Facione (2015) selanjutnya memperjelas bahwa berpikir kritis adalah proses pengambilan keputusan yang bertujuan untuk menentukan apa yang harus dipercaya dan apa yang harus dilakukan dalam konteks tertentu, berdasarkan bukti yang tersedia, menggunakan konseptualisasi dan metode yang tepat. Ennis (2018) memperluas definisi tersebut sebagai pemikiran reflektif yang masuk akal yang berfokus pada pengambilan keputusan tentang apa yang harus dipercaya atau dilakukan. Sementara Brookhart (2010) menekankan bahwa berpikir kritis merupakan manifestasi dari Higher-Order Thinking Skills (HOTS) yang harus diasah melalui situasi pemecahan masalah yang autentik dan tidak rutin. Dalam konteks pendidikan vokasional, kemampuan ini sangat relevan karena siswa dituntut mengambil keputusan teknis yang cepat dan tepat di lini produksi.

Di sisi lain, keterampilan kolaboratif menjadi kompetensi yang tidak kalah pentingnya bagi lulusan SMK di era industri modern. Trilling dan Fadel (2009) mengelaborasi keterampilan ini ke dalam delapan komponen operasional yang meliputi: kontribusi aktif dalam tim, manajemen waktu yang efektif, kemampuan pemecahan masalah bersama, kemampuan bekerja dengan orang yang memiliki latar belakang berbeda, teknik penelitian kolaboratif, menjaga kualitas pekerjaan tim, fokus pada tugas bersama, dan persiapan yang memadai untuk kerja tim. Ramdani dan Susilo (2022) melalui meta-analisis pada pembelajaran biologi menambahkan bahwa pembelajaran kolaboratif terbukti efektif tidak hanya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, tetapi juga kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan metakognitif siswa secara simultan.

Model pembelajaran Teaching Factory (TEFA) hadir sebagai solusi inovatif yang menjawab tantangan tersebut. Chrystolouris et al. (2016) mendefinisikan Teaching Factory sebagai paradigma pendidikan manufaktur yang bertujuan menyelaraskan pengajaran dengan kebutuhan praktik industri modern, di mana siswa mengalami langsung proses kerja industri dalam konteks pembelajaran yang terkontrol. Mavrikios et al. (2019) mengembangkan konsep ini lebih lanjut melalui Teaching Factory Network (TFN), yaitu implementasi skala besar dalam jaringan organisasi akademik dan industri. Lamancusa et al. (2008) menegaskan bahwa fasilitas Learning Factory menyediakan penguatan eksperiensial ilmu teknik melalui kemitraan aktif dengan industri, menciptakan lingkungan belajar yang mensimulasikan kondisi kerja profesional secara realistis.

Berbagai penelitian telah mengkonfirmasi efektivitas TEFA dalam konteks pendidikan vokasional. Nugroho Saputro et al. (2021) menemukan bahwa tujuh dari delapan parameter implementasi Teaching Factory telah berhasil diterapkan secara efektif di SMK rujukan di Indonesia. Matt et al. (2021) membuktikan bahwa lingkungan Learning Factory 4.0 di sekolah vokasional teknik sangat sesuai untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah dan kompetensi teknis siswa.

Hiim (2023) dalam penelitian action research di Norwegia menemukan bahwa kolaborasi antara sekolah dan tempat kerja berkontribusi signifikan terhadap relevansi pendidikan vokasional.

Meskipun demikian, terdapat gap penelitian yang signifikan. Mayoritas kajian terdahulu berfokus pada salah satu aspek keterampilan secara terpisah, sementara kajian simultan terhadap keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif dalam konteks proyek elektronika yang spesifik masih sangat terbatas. Selain itu, bukti empiris mengenai efektivitas TEFA dengan desain kontrol yang ketat di SMK Indonesia masih minim. Edy dan Dianawati (2019) mengidentifikasi bahwa hambatan implementasi Teaching Factory di SMK masih dapat diminimalkan melalui pelatihan guru, dukungan fasilitas, dan penguatan kerjasama industri yang optimal.

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengukur efektivitas model pembelajaran TEFA dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMK berdasarkan indikator Facione; (2) mengukur efektivitas TEFA dalam meningkatkan keterampilan kolaboratif siswa berdasarkan komponen Trilling dan Fadel; dan (3) mendeskripsikan tingkat keterlaksanaan implementasi model TEFA di SMK Negeri 4 Bandung.

## METODE PENELITIAN

### Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksplanatori dengan desain eksperimen semu (quasi-experimental) tipe nonequivalent control group design. Pemilihan desain ini didasarkan pada pertimbangan bahwa randomisasi penuh terhadap subjek penelitian tidak dapat dilakukan dalam setting sekolah yang memiliki struktur kelas yang telah terbentuk (intact groups) dan pertimbangan administratif yang tidak memungkinkan penugasan acak siswa ke dalam kelompok belajar yang baru (Handley et al., 2018). Dalam desain ini, kedua kelompok diberikan pretest sebelum perlakuan dan posttest setelah perlakuan untuk mengukur perubahan keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif. Kelompok eksperimen menerima pembelajaran dengan model Teaching Factory selama enam pertemuan melalui proyek pembuatan Vandel Speaker Bluetooth, sedangkan kelompok kontrol menerima pembelajaran konvensional dengan metode ceramah, tanya jawab, demonstrasi, dan penugasan individu.

### Populasi dan Sampel

Penelitian dilaksanakan di SMK Negeri 4 Bandung pada Program Keahlian Teknik Elektronika Audio Video (TAV). Sekolah ini dipilih karena merupakan salah satu SMK rujukan di Jawa Barat yang telah mengimplementasikan Teaching Factory dalam kurikulum, memiliki fasilitas bengkel yang memadai untuk mendukung proses produksi berbasis industri, dan telah menjalin kerjasama aktif dengan beberapa industri elektronika. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XII Program Keahlian Teknik Elektronika Audio Video yang terdiri dari tiga kelas dengan total 99 siswa. Sampel ditentukan menggunakan teknik purposive sampling dengan memilih dua kelas yang memiliki karakteristik akademik serupa. Total sampel penelitian sebanyak 66 siswa, terdiri dari 33 siswa kelompok eksperimen (kelas XII TAV 1) dan 33 siswa kelompok kontrol (kelas XII TAV 2).

**Tabel 1. Distribusi Sampel Penelitian**

Kelompok	Kelas	Laki-laki	Perempuan	Total
Eksperimen	XII TAV 1	28	5	33
Kontrol	XII TAV 2	27	6	33
Total	—	55	11	66

Sumber: Data primer penelitian (2025)

### Variabel dan Instrumen Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model pembelajaran Teaching Factory (TEFA) yang dioperasionalkan melalui sintaks enam tahapan: (1) penerimaan order, di mana siswa menerima

spesifikasi produk Vandel Speaker Bluetooth; (2) analisis order, di mana siswa mengidentifikasi kebutuhan material dan prosedur produksi; (3) persiapan produksi, mencakup penyiapan alat, bahan, serta rencana kerja tim; (4) pelaksanaan produksi secara kolaboratif dalam tim; (5) quality control berdasarkan standar industri; dan (6) penyerahan produk beserta dokumentasi teknis. Variabel terikat terdiri dari keterampilan berpikir kritis (indikator Facione) dan keterampilan kolaboratif (komponen Trilling & Fadel). Instrumen penelitian mencakup tes kognitif (25 butir pilihan ganda dan 5 butir esai), angket self-assessment (20 butir KBK dan 16 butir kolaboratif, skala Likert 1–4), dan lembar observasi keterlaksanaan TEFA (18 butir) serta aktivitas siswa (20 butir).

### Uji Validitas dan Reliabilitas

Seluruh instrumen melalui dua tahap validasi: validasi konstruk oleh tiga orang validator ahli (ahli pembelajaran, ahli materi elektronika, dan ahli evaluasi pendidikan) dan validasi empiris dengan mengujicobakan instrumen kepada 34 siswa di kelas yang berbeda dari sampel penelitian. Hasil uji validitas menggunakan korelasi Product Moment Pearson menunjukkan seluruh butir instrumen memiliki nilai Corrected Item-Total Correlation (CITC) di atas r-tabel 0,339, sehingga seluruh butir dinyatakan valid. Hasil uji reliabilitas menggunakan Cronbach's Alpha disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Penelitian**

No.	Instrumen	Jml. Butir	Cronbach's $\alpha$	Kriteria
1	Tes Kognitif KBK (Pilihan Ganda)	20	0,88	Sangat Tinggi
2	Tes Kognitif KBK (Esai)	8	0,87	Sangat Tinggi
3	Self-Assessment KBK	20	0,93	Sangat Tinggi
4	Self-Assessment Keterampilan Kolaboratif	20	0,93	Sangat Tinggi
5	Persepsi Teaching Factory (TEFA)	18	0,97	Sangat Tinggi

Sumber: Tesis Reni Maryani (2026). Seluruh instrumen memenuhi kriteria Sangat Tinggi menurut Guilford.

### Prosedur dan Teknik Analisis Data

Penelitian dilaksanakan selama delapan minggu: minggu pertama untuk pretest, minggu kedua hingga ketujuh untuk perlakuan, dan minggu kedelapan untuk posttest. Analisis data dilakukan melalui empat tahapan: (1) statistik deskriptif untuk menggambarkan distribusi skor pretest dan posttest; (2) perhitungan Normalized Gain (N-Gain) dengan rumus  $g = (S_{post} - S_{pre}) / (S_{maks} - S_{pre})$ , kriteria Hake (1999):  $g \geq 0,70$  (tinggi),  $0,30 \leq g < 0,70$  (sedang),  $g < 0,30$  (rendah); (3) uji prasyarat analisis meliputi uji normalitas Shapiro-Wilk dan uji homogenitas Levene's Test; dan (4) uji hipotesis menggunakan Independent Samples T-Test (data normal) atau Mann-Whitney U Test (data tidak normal), dengan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Seluruh analisis menggunakan SPSS versi 27.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### Karakteristik Responden dan Analisis Deskriptif

Penelitian melibatkan 66 siswa yang terbagi dalam kelompok eksperimen ( $n = 33$ ) dan kelompok kontrol ( $n = 33$ ). Komposisi gender relatif serupa antar kelompok: eksperimen terdiri dari 28 laki-laki (84,8%) dan 5 perempuan (15,2%), sementara kontrol terdiri dari 27 laki-laki (81,8%) dan 6 perempuan (18,2%). Analisis statistik deskriptif terhadap skor pretest dan posttest disajikan pada Tabel 3. Pada variabel keterampilan berpikir kritis (tes kognitif), rata-rata skor pretest kelompok eksperimen adalah 73,66 (SD = 17,18) dan kelompok kontrol 66,96 (SD = 14,58). Pada variabel keterampilan kolaboratif, kelompok kontrol menunjukkan kemampuan awal yang lebih tinggi (mean = 82,80) dibandingkan kelompok eksperimen (mean = 77,42), yang merupakan fenomena umum dalam desain quasi-experimental dengan intact groups (Handley et al., 2018).

**Tabel 3. Statistik Deskriptif Skor Pretest dan Posttest**

Variabel	Kelompok	Pre-Mean	Pre-SD	Post-Mean	Post-SD
KBK (Tes Kognitif)	Eksperimen	73,66	17,18	89,63	10,07
	Kontrol	66,96	14,58	82,34	11,39
Self-Assessment KBK	Eksperimen	74,43	11,29	90,76	8,52
	Kontrol	73,56	7,03	86,21	10,05
Self-Assessment KK	Eksperimen	77,42	13,87	93,07	8,24
	Kontrol	82,80	8,71	89,96	8,07

Sumber: Tesis Reni Maryani (2026), diolah dengan SPSS 27. KBK = Keterampilan Berpikir Kritis; KK = Keterampilan Kolaboratif.

### Efektivitas Model Teaching Factory: Analisis N-Gain

Pengukuran efektivitas model TEFA menggunakan N-Gain bertujuan untuk membandingkan besaran peningkatan secara adil dengan memperhitungkan kemampuan awal masing-masing kelompok. Hasil perhitungan N-Gain disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Skor N-Gain**

Variabel	Kelompok	N-Gain Score	N-Gain (%)	Kategori
KBK (Tes Kognitif)	Eksperimen	0,649	64,90%	Sedang
	Kontrol	0,420	42,00%	Sedang
Self-Assessment KK	Eksperimen	0,699	69,90%	Sedang (Hampir Tinggi)
	Kontrol	0,437	43,70%	Sedang

Sumber: Tesis Reni Maryani (2026). Kategorisasi berdasarkan kriteria Hake (1999):  $g \geq 0,70$  tinggi;  $0,30 \leq g < 0,70$  sedang;  $g < 0,30$  rendah.

Berdasarkan Tabel 4, kelompok eksperimen mencapai N-Gain sebesar 0,649 (64,90%) untuk keterampilan berpikir kritis dan 0,699 (69,90%) untuk keterampilan kolaboratif, keduanya masuk kategori ‘Sedang’. Capaian kolaboratif 69,90% berada sangat dekat dengan ambang batas kategori ‘Tinggi’ ( $g \geq 0,70$ ). Sementara kelompok kontrol dengan pembelajaran konvensional hanya mencapai N-Gain 42,00% untuk keterampilan berpikir kritis dan 43,70% untuk kolaboratif. Selisih N-Gain sebesar 22,90 poin persentase (KBK) dan 26,20 poin persentase (KK) antara kedua kelompok merupakan bukti empiris kuat bahwa model Teaching Factory memberikan nilai tambah yang jauh lebih besar dibandingkan pembelajaran konvensional.

### Uji Prasyarat Analisis

Uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data N-Gain KBK (tes kognitif) berdistribusi normal pada kedua kelompok (eksperimen: Sig. = 0,132 > 0,05; kontrol: Sig. = 0,273 > 0,05). Sebaliknya, data N-Gain self-assessment KBK dan KK tidak berdistribusi normal. Uji homogenitas Levene’s Test menunjukkan varians N-Gain KBK tidak homogen ( $F = 5,285$ ; Sig. = 0,025 < 0,05). Berdasarkan hasil ini, uji hipotesis untuk N-Gain KBK menggunakan Independent Samples T-Test dengan prosedur equal variances not assumed (Welch’s T-Test), sementara untuk N-Gain SA-KBK dan SA-KK digunakan uji non-parametrik Mann-Whitney U Test.

## Hasil Uji Hipotesis

**Tabel 5. Rangkuman Hasil Uji Hipotesis**

Variabel	Metode Uji	Nilai Statistik	Sig.	Keputusan
Tes Kognitif KBK	Independent T-Test	$t = 3,502; df = 54,144$	0,001	H <sub>0</sub> Ditolak
Self-Assessment KBK	Mann-Whitney U	$U = 379,500; Z = -2,127$	0,033	H <sub>0</sub> Ditolak
Self-Assessment KK	Mann-Whitney U	$U = 307,500; Z = -3,058$	0,002	H <sub>0</sub> Ditolak

Sumber: Tesis Reni Maryani (2026). Taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ .

Hasil Independent Samples T-Test menunjukkan nilai  $t = 3,502$  dengan  $df = 54,144$  dan signifikansi  $0,001$  ( $p < 0,05$ ) untuk variabel keterampilan berpikir kritis. Dengan demikian H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>1</sub> diterima, yang membuktikan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara peningkatan keterampilan berpikir kritis kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Pada variabel self-assessment keterampilan berpikir kritis, Mann-Whitney U Test menghasilkan  $U = 379,500$  dengan  $Z = -2,127$  dan signifikansi  $0,033$  ( $p < 0,05$ ). Pada variabel keterampilan kolaboratif, Mann-Whitney U Test menghasilkan  $U = 307,500$  dengan  $Z = -3,058$  dan signifikansi  $0,002$  ( $p < 0,05$ ).

## Keterlaksanaan Model Teaching Factory

Tingkat keterlaksanaan model TEFA dipantau melalui observasi sistematis pada setiap pertemuan kelas eksperimen. Hasil analisis menunjukkan skor rata-rata keterlaksanaan sebesar  $65,78$  dari skor ideal  $72,00$ , atau setara dengan  $91,37\%$ , yang dikategorikan ‘Sangat Baik’. Hasil ini mengonfirmasi bahwa seluruh sintaks TEFA—mulai dari penerimaan order hingga penyerahan produk—telah diimplementasikan secara komprehensif dan konsisten sesuai panduan yang telah ditetapkan. Observasi terhadap aktivitas siswa menunjukkan tren peningkatan yang konsisten, disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6. Skor Observasi Aktivitas Siswa per Pertemuan**

Pertemuan	Kelas Eksperimen (TEFA)	Kelas Kontrol (Konvensional)
P-1	3,21	3,09
P-2	3,45	—
P-3	3,58	—
P-4	3,45	—
P-5	3,58	—
P-6	3,61	—
P-7	3,73	—
Rata-rata	3,52	3,09

Sumber: Tesis Reni Maryani (2026). Skala 1–4. Observasi kelas kontrol hanya P-1 sebagai data pembanding baseline.

## Pembahasan

**Pengaruh Teaching Factory terhadap Keterampilan Berpikir Kritis.** Temuan penelitian ini mengkonfirmasi bahwa TEFA berpengaruh signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa SMK, ditunjukkan nilai signifikansi  $0,001$  ( $p < 0,05$ ) dan N-Gain  $64,90\%$ . Hasil ini konsisten dengan Chryssolouris et al. (2016) yang menegaskan Teaching Factory berhasil menjembatani gap antara kurikulum sekolah dan kebutuhan industri. Lamancusa et al. (2008) membuktikan fasilitas Learning Factory menyediakan penguatan eksperiensial yang mendorong

kemampuan analisis teknis. Mekanisme yang menjelaskan peningkatan ini dapat ditelusuri dari karakteristik setiap tahapan sintaks TEFA: pada tahap analisis order, siswa melatih sub-keterampilan interpretasi dan analisis; pada tahap quality control, siswa melatih evaluasi dan inferensi; dan saat troubleshooting, siswa mensintesis pengetahuan teoretis dengan pengalaman praktis (Brookhart, 2010). Selisih N-Gain sebesar 22,90 poin persentase dengan kelompok kontrol mempertegas bahwa pendekatan ceramah konvensional tidak optimal dalam merangsang kognisi tingkat tinggi secara konsisten.

**Pengaruh Teaching Factory terhadap Keterampilan Kolaboratif.** Temuan paling menonjol adalah pada variabel keterampilan kolaboratif. N-Gain sebesar 69,90% dengan signifikansi 0,002 menunjukkan pengaruh TEFA lebih kuat dibandingkan terhadap keterampilan berpikir kritis. Yang paling impresif adalah fakta bahwa kelompok eksperimen yang memulai dengan skor kolaboratif awal lebih rendah dari kelompok kontrol (77,42 vs. 82,80) akhirnya mampu melampaui kelompok kontrol dengan capaian posttest lebih tinggi (93,07 vs. 89,96). Fenomena ini dijelaskan melalui sifat proyek Vandel Speaker Bluetooth yang secara inheren bersifat kooperatif dan interdependen, mengoperasionalkan delapan komponen keterampilan kolaboratif Trilling dan Fadel (2009). Tren peningkatan skor observasi aktivitas siswa dari 3,21 ke 3,73 selama tujuh pertemuan memberikan bukti prosedural tentang mekanisme terbentuknya keterampilan ini secara bertahap, selaras dengan meta-analisis Ramdani dan Susilo (2022).

**Implikasi dan Kontribusi Teoritis.** Tingkat keterlaksanaan TEFA sebesar 91,37% mengkonfirmasi bahwa model ini dapat diimplementasikan secara efektif di SMK Indonesia yang memiliki fasilitas bengkel memadai dan komitmen guru yang tinggi. Secara teoritis, penelitian ini berkontribusi dengan mengintegrasikan kerangka Facione, Trilling-Fadel, dan Chryssolouris dalam satu studi empiris terpadu, mengisi gap penelitian yang sebelumnya belum ada pada konteks proyek elektronika di SMK Indonesia.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik simpulan sebagai berikut. Pertama, model pembelajaran Teaching Factory memberikan pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa SMK, dibuktikan oleh nilai signifikansi 0,001 ( $p < 0,05$ ;  $t = 3,502$ ;  $df = 54,144$ ) dengan N-Gain kelompok eksperimen 64,90% versus kelompok kontrol 42,00%, dengan selisih 22,90 poin persentase yang menegaskan keunggulan nyata model TEFA dalam mengembangkan kemampuan interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi teknis siswa melalui konteks kerja industri yang autentik.

Kedua, model Teaching Factory memberikan pengaruh yang signifikan dan lebih kuat terhadap keterampilan kolaboratif siswa, ditunjukkan oleh nilai signifikansi 0,002 ( $p < 0,05$ ;  $U = 307,500$ ;  $Z = -3,058$ ) dengan N-Gain kelompok eksperimen 69,90% versus kelompok kontrol 43,70%, dengan selisih 26,20 poin persentase. Fakta bahwa kelompok eksperimen yang memulai dengan skor awal kolaboratif lebih rendah (77,42 vs. 82,80) akhirnya melampaui performa kontrol di akhir penelitian (93,07 vs. 89,96) merupakan bukti terkuat dari kekuatan TEFA dalam membangun budaya kerja tim berbasis industri.

Ketiga, tingkat keterlaksanaan model TEFA mencapai 91,37% (kategori Sangat Baik), mengkonfirmasi kelayakan dan implementabilitas model ini dalam konteks SMK Indonesia.

Berdasarkan temuan ini, penelitian selanjutnya disarankan untuk: (1) mengkaji dampak jangka panjang TEFA terhadap kesiapan kerja lulusan menggunakan desain longitudinal; (2) membandingkan efektivitas TEFA pada berbagai program keahlian yang berbeda; (3) mengeksplorasi integrasi Teaching Factory 4.0 dengan teknologi cyber-physical untuk konteks SMK Indonesia masa

depan; dan (4) mengembangkan instrumen pengukuran keterampilan kolaboratif yang lebih terstandar dalam konteks proyek TEFA.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Prof. Ir. Drs. Herman Dwi Surjono, M.Sc., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing atas arahan dan bimbingan yang sangat berharga. Terima kasih disampaikan kepada Kepala SMK Negeri 4 Bandung dan seluruh guru Program Keahlian Teknik Elektronika Audio Video atas izin dan dukungan penuh. Penghargaan setinggi-tingginya kepada para validator instrumen dan seluruh siswa kelas XII TAV 1 dan TAV 2 yang telah berpartisipasi dengan penuh dedikasi dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2024). Keadaan ketenagakerjaan Indonesia Februari 2024. BPS RI. <https://www.bps.go.id/>
- Brookhart, S. M. (2010). How to assess higher-order thinking skills in your classroom. ASCD.
- Chryssolouris, G., Mavrikios, D., & Rentzos, L. (2016). The Teaching Factory: A manufacturing education paradigm. *Procedia CIRP*, 57, 44–48. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.009>
- Edy, D. D., & Dianawati, Y. S. (2019). Obstacles in implementing teaching factory in vocational school: Analysis and solution. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 9(3), 230–241. <https://doi.org/10.21831/jpv.v9i3.28260>
- Ennis, R. H. (2018). Critical thinking across the curriculum: A vision. *Topoi*, 37(1), 165–184. <https://doi.org/10.1007/s11245-016-9401-4>
- Facione, P. A. (1990). Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction (The Delphi Report). California Academic Press. ERIC Doc. No. ED 315 423.
- Facione, P. A. (2015). Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight Assessment*. <https://www.insightassessment.com/>
- Hake, R. R. (1999). Analyzing change/gain scores. AREA-D American Education Research Association's Division D: Measurement and Research Methodology.
- Handley, M. A., Lyles, C. R., McCulloch, C., & Cattamanchi, A. (2018). Selecting and improving quasi-experimental designs in effectiveness and implementation research. *Annual Review of Public Health*, 39, 5–25. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040617-014128>
- Hiim, H. (2023). How can collaboration between schools and workplaces contribute to relevant vocational education? *Vocations and Learning*, 16(1), 1–21. <https://doi.org/10.1007/s12186-022-09300-z>
- Indrawati, S. M., & Kuncoro, A. (2021). Improving competitiveness through vocational and higher education: Indonesia's vision for human capital development in 2019–2024. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 57(1), 29–59. <https://doi.org/10.1080/00074918.2021.1909692>
- Lamancusa, J. S., Zayas, J. L., Soyster, A. L., Morell, L., & Jorgensen, J. (2008). The Learning Factory: Industry-partnered active learning. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 5–11. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2008.tb00949.x>
- Matt, D. T., Orzes, G., Rauch, E., & Dallasega, P. (2021). Learning Factories 4.0 in technical vocational schools: Can they foster competence development? *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 13(18), 1–23. <https://doi.org/10.1186/s40461-021-00124-0>
- Mavrikios, D., Georgoulis, K., & Chryssolouris, G. (2019). The Teaching Factory Network: A new collaborative paradigm for manufacturing education. *Procedia Manufacturing*, 31, 398–403. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.03.062>

- Nugroho Saputro, I., Soenarto, S., Sofyan, H., Riyanita, M. C., Rebia, P. S., & Listiana, A. (2021). The effectiveness of teaching factory implementation in vocational education: Case studies in Indonesia. *Universal Journal of Educational Research*, 9(11), 1841–1856. <https://doi.org/10.13189/ujer.2021.0911104>
- Ramdani, D., & Susilo, H. (2022). The effectiveness of collaborative learning on critical thinking, creative thinking, and metacognitive skill ability: Meta-analysis on biological learning. *European Journal of Educational Research*, 11(3), 1607–1618. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.3.1607>
- Suharno, S., Pambudi, N. A., & Harjanto, B. (2020). Vocational education in Indonesia: History, development, opportunities, and challenges. *Children and Youth Services Review*, 115, 105092. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105092>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.
- Wickramasinghe, G. L. D., & Wickramasinghe, V. (2024). Technical and vocational education and training in Asia and the Pacific. *Journal of Economic Analysis*, 4(1), 170–191. <https://doi.org/10.58567/jea04010009>