

SURVEI MODEL *PROJECT BASED LEARNING* DALAM MENINGKATKAN *SOFT SKILL* PADA PROGRAM *TEACHING FACTORY*

Mohammad Ibrahim Hasyim¹⁾, Sirojuddin¹⁾, Aam Amaningsih Jumhur¹⁾, Nur Najmiyah Jaafar²⁾

¹⁾ Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

²⁾ Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah

Email: mohammadibrahimhasyim_1502621055@mhs.unj.ac.id; sirojuddin@unj.ac.id;
aamamaningsihjumhur@unj.ac.id; najmiyah@umpsa.edu.my

ABSTRAK

Pesatnya perkembangan Industri 4.0 menuntut lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) untuk memiliki kompetensi non-teknis atau soft skills yang mumpuni di samping keterampilan teknis. Namun, siswa di SMKN 26 Jakarta seringkali menunjukkan sikap pasif dalam komunikasi serta inisiatif kolaborasi yang terbatas selama sesi praktik. Fokus utama dari studi ini adalah untuk membedah bagaimana penerapan metode *Project Based Learning* (PjBL) di lingkungan *Teaching Factory* (TeFa) mampu mendorong kemampuan interpersonal siswa, terutama dalam hal kerja sama tim dan cara berkomunikasi. Menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain survei deskriptif, data dikumpulkan dari 17 siswa program keahlian Teknik Manajemen Perawatan Otomotif melalui kuesioner skala Likert, wawancara, dan observasi. Riset ini dijalankan lewat dua tahapan siklus guna melihat sejauh mana perkembangan siswa terjadi. Pada pengamatan awal di siklus pertama, rata-rata kemampuan komunikasi baru mencapai angka 50,93 (68%) dan kolaborasi di angka 49,33 (66%). Namun, setelah adanya perbaikan pada pola pengajaran di siklus berikutnya, hasil yang didapat melonjak drastis; skor komunikasi naik ke angka 62,27 (83%) sementara kemampuan kolaborasi melesat hingga 66,27 (88%). Hasil ini membuktikan bahwa integrasi PjBL-TeFa efektif dalam membentuk karakter profesional melalui replikasi atmosfer industri nyata dan dinamika peer learning. Model ini sangat direkomendasikan bagi pendidikan vokasi untuk menjembatani kesenjangan kompetensi interpersonal yang dibutuhkan oleh industri otomotif modern.

Kata kunci: *Project Based Learning, Teaching factory, Soft Skills, Manajemen Otomotif*

ABSTRACT

The rapid development of Industry 4.0 requires Vocational High School (SMK) graduates to possess strong non-technical competencies or soft skills in addition to technical skills. However, students at SMKN 26 Jakarta often demonstrate a passive attitude in communication and limited collaboration during practical sessions. The main focus of this study is to examine how the implementation of the Project Based Learning (PjBL) method in a Teaching Factory (TeFa) environment can boost students' interpersonal skills, especially in terms of teamwork and communication. Using a quantitative approach with a descriptive survey design, data were collected from 17 students in the Automotive Maintenance Management Engineering expertise program through Likert-scale questionnaires, interviews, and observations. This research was conducted in two cycles to assess the extent of student development. In the initial observation in the first cycle, the average communication skill only reached 50.93 (68%) and collaboration at 49.33 (66%). However, after improvements in the teaching pattern in the next cycle, the results obtained increased drastically; Communication scores rose to 62.27 (83%), while collaboration skills soared to 66.27 (88%). These results demonstrate that the PjBL-TeFa integration is effective in shaping professional character through replicating a real-world industrial atmosphere and the dynamics of peer learning. This model is highly recommended for vocational education to bridge the interpersonal skills gap required by the modern automotive industry.

Keywords : *Project Based Learning, Teaching factory, Soft Skills, Automotive Management*

Article history:

Received December 24, 2025; Accepted March 19, 2026, Available online April 28, 2026

1. PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi yang ditandai dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat, dunia industri saat ini menuntut lulusan pendidikan vokasi, khususnya Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), untuk tidak hanya memiliki keterampilan teknis yang mumpuni tetapi juga kompetensi non-teknis atau *soft skills* yang memadai. Urgensi ini muncul karena kita sudah berada di tengah pusaran Revolusi Industri 4.0 (Mourtzis et al., 2021). Di era ini, pergeseran teknologi bukan lagi sekadar tren, melainkan sudah menyusup ke tiap sendi kehidupan kita, mulai dari bagaimana kita bersosialisasi, berbudaya, hingga cara kerja di dunia manufaktur (Galung et al., 2024). Hannover Trade Fair 2011 menjadi titik awal di mana para ahli memaparkan bahwa dunia industri memasuki era baru yang jauh lebih dinamis dan pesat, sehingga sumber daya manusia (SDM) dituntut untuk jauh lebih cakap dan mampu beradaptasi dengan kemajuan teknologi informasi serta otomatisasi (Irawan et al., 2023). Kondisi ini sejalan dengan temuan Suyatmo et al (2025), yang menekankan bahwa lulusan sekolah kejuruan tidak hanya memerlukan kompetensi teknis, tetapi juga keterampilan lunak yang kuat serta motivasi diri agar dapat beradaptasi dengan baik terhadap tuntutan Industri 4.0. Dalam kondisi yang serba cepat ini, *soft skills* menjadi elemen yang jauh lebih dibutuhkan dibandingkan era-era industri sebelumnya karena kemampuan beradaptasi dengan lingkungan baru adalah kunci utama untuk bertahan di tengah gelombang kemajuan teknologi (Islam, 2022).

Harvard University pernah merilis temuan yang cukup mengejutkan, di mana mereka menyebut kalau 80% keberhasilan seseorang dalam meniti karier sebenarnya datang dari kekuatan *soft skills* (Muhmin, 2020). Sementara itu, kemampuan teknis atau *hard skills* yang selama ini sering diagungkan ternyata hanya punya pengaruh sekitar 20% saja dalam menentukan sukses tidaknya seseorang di dunia kerja. Definisi *soft skills* sendiri mencakup perilaku personal dan interpersonal yang mampu mengembangkan serta memaksimalkan kinerja seseorang melalui kepercayaan diri, fleksibilitas, kejujuran, dan integritas diri. Kemampuan dalam berkomunikasi, berkolaborasi, hingga memecahkan masalah adalah deretan keahlian yang memegang peranan krusial bagi lulusan agar bisa bersaing di kancah global. Demikian pula penelitian Trevisan et al (2026), mengidentifikasi komunikasi, kolaborasi, dan pemecahan masalah sebagai kompetensi esensial yang dapat dikembangkan secara efektif melalui pendekatan pembelajaran berbasis keterampilan dan berorientasi proyek. Tapi ironisnya, meski fungsinya sangat vital bagi masa depan siswa, pengembangan sisi *soft skills* ini masih sering dianaktirikan atau bahkan terlewatkan dalam kurikulum SMK yang berlaku saat ini. Banyak sekolah menengah kejuruan yang masih terjebak pada fokus penguasaan keterampilan teknis semata tanpa memberikan porsi perhatian yang cukup pada aspek non-teknis, yang pada akhirnya menjadi tantangan besar bagi para pendidik untuk menciptakan lingkungan belajar yang holistik (Gafni et al., 2023).

Kalau kita melihat langsung kondisi di lapangan, khususnya di lingkungan SMK, ada kendala yang cukup nyata di mana para siswa sering kali masih merasa buntu saat harus menuangkan gagasan kreatif mereka ke dalam tugas-tugas yang diberikan oleh guru. Terdapat kecenderungan siswa kurang berani mengambil risiko atau melakukan inovasi dengan tampilan yang berbeda saat mengerjakan tugas praktik. Selain itu, sikap kepemimpinan dan manajemen waktu masih menjadi kendala besar, di mana siswa kesulitan membagi tugas dalam kelompok dan kurang kerja keras dalam memanfaatkan waktu secara produktif. Rendahnya keterampilan kolaborasi ini juga terlihat ketika siswa lebih cenderung bersikap individualis dan mementingkan diri sendiri saat proses belajar mengajar berlangsung. Di kompetensi keahlian Teknik Manajemen Perawatan Otomotif SMKN 26 Jakarta, fenomena ini terlihat jelas ketika banyak siswa cenderung diam dan tidak berkeinginan menjawab atau bertanya meskipun

diberikan kesempatan oleh guru. Kondisi pasif ini mengindikasikan bahwa soft skills utama seperti komunikasi dan kerja sama tim belum terbentuk dengan baik. Fenomena ini mendukung argumen Suyatmo et al (2025), bahwa kekurangan keterampilan lunak tetap menjadi tantangan utama dalam pendidikan kejuruan meskipun permintaan industri terhadap kompetensi interpersonal terus meningkat.

Dalam menjawab tantangan tadi, sekolah butuh kolaborasi model pengajaran yang pas Kemendikbud (2017), salah satunya dengan memaksimalkan peran program Teaching Factory (TeFa). TeFa didefinisikan sebagai pabrik di dalam sekolah yang merupakan sarana produksi dengan standar dan prosedur kerja nyata industri untuk menghasilkan produk atau jasa (Wahyudin et al., 2025). Inti dari konsep ini adalah sebagai jembatan yang menyambungkan kurikulum sekolah dengan dinamika dunia industri. Menurut Mavrikios et al (2019), *Teaching Factory* membawa perubahan paradigma dalam pendidikan manufaktur dengan mengintegrasikan pembelajaran akademis dengan praktik industri yang sesungguhnya, di mana materi dan model belajarnya disesuaikan dengan apa yang benar-benar dibutuhkan di lapangan. Demikian pula, Quinn et al (2025), menyatakan bahwa pabrik pembelajaran menyediakan infrastruktur otentik yang mendukung pembelajaran berbasis proyek dan berbasis masalah dalam konteks yang relevan dengan industri. Agar program TeFa ini bisa lebih maksimal dalam mengasah *soft skills* siswa, penggunaan metode *Project Based Learning* (PjBL) menjadi salah satu langkah yang paling ampuh (Arianda et al., 2024). Melalui pendekatan PjBL yang bersifat konstruktivis, siswa dituntut untuk saling bahu-membahu dalam tim guna menyelesaikan tantangan atau masalah nyata yang sering ditemui di dunia kerja. Dengan PjBL, siswa dipaksa untuk aktif menemukan, memahami, dan mengembangkan materi pelajaran secara mandiri namun tetap dalam bingkai kolaborasi tim (Motyl et al., 2017).

Kaitan antara PjBL dengan pola pikir kritis dan soft skills sangat erat; model ini memfasilitasi siswa untuk menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi informasi melalui pengalaman langsung menghadapi masalah (Guo et al., 2020). Melalui proyek-proyek nyata dalam TeFa, seperti perawatan body kendaraan, siswa tidak hanya belajar cara memperbaiki fisik kendaraan, tetapi juga belajar bagaimana berkomunikasi dengan tim, membagi peran, dan bertanggung jawab atas hasil kerja kelompoknya. Temuan ini didukung oleh Anwar & Sudira (2022), bahwa pembelajaran berbasis proyek dan berorientasi praktik dapat secara bersamaan meningkatkan kerja sama tim, kepemimpinan, manajemen waktu, serta keterampilan komunikasi yang efektif. Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk menganalisis bagaimana implementasi PjBL pada program *Teaching Factory* di Jurusan Teknik Manajemen Perawatan Otomotif SMKN 26 Jakarta dapat berkontribusi secara signifikan terhadap pengembangan kemampuan komunikasi dan kolaborasi siswa. Fokus utama penelitian ini adalah mengeksplorasi persepsi siswa terhadap pelaksanaan model tersebut dan bagaimana kontribusinya dalam menyiapkan mereka menghadapi tantangan dunia kerja abad 21.

Secara teoretis, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi pada literatur mengenai pendidikan vokasi yang inovatif, sementara secara praktis dapat menjadi referensi bagi pengelola SMK dan guru dalam merancang kurikulum yang lebih integratif antara *hard skills* dan *soft skills*. Dengan sinergi yang kuat antara sekolah dan industri melalui model pembelajaran berbasis proyek, diharapkan lulusan SMK tidak hanya kompeten secara teknis tetapi juga memiliki karakter profesional yang tangguh. Penelitian-penelitian sebelumnya juga telah menunjukkan bahwa pembelajaran kejuruan berbasis proyek memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan kesiapan kerja dan kompetensi abad ke-21.

2. METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan kuantitatif melalui jenis penelitian survei. Pemilihan pendekatan kuantitatif ini dimaksudkan untuk mengukur secara objektif tingkat penerapan softskill siswa setelah mereka mengikuti proses pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) dalam kerangka program *Teaching Factory*. Sejalan dengan teori dari Fraenkel dan Wallen, metode survei ini diterapkan karena memungkinkan peneliti untuk menghimpun informasi dari

sampel yang luas guna menggambarkan berbagai aspek dalam suatu populasi secara efisien. Secara lebih spesifik, penelitian ini diarahkan sebagai survei deskriptif yang bertujuan untuk memberikan gambaran sistematis mengenai fenomena yang terjadi pada saat penelitian dilakukan, terutama terkait sikap dan perilaku siswa dalam lingkup pengembangan kompetensi non-teknis.

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh siswa pada jurusan Teknik Manajemen Perawatan Otomotif di SMKN 26 Jakarta yang telah terlibat aktif dalam program *Teaching Factory*. Peneliti mengambil sampel dari populasi tersebut dengan memakai teknik probability sampling, yang mana metode simple random sampling dipilih sebagai instrumen utamanya. Langkah ini sengaja diambil guna menjamin tiap anggota populasi punya kesempatan yang setara untuk menjadi responden, sehingga data yang dihasilkan nanti benar-benar mewakili atau representatif. Studi ini menitikberatkan pada siswa yang sudah tuntas mengerjakan proyek praktikum perawatan kendaraan, karena di momen itulah terjadi interaksi teknis maupun interpersonal yang sangat kuat.

Terdapat tiga jalan utama yang ditempuh untuk mengumpulkan data dalam riset ini, yaitu lewat penyebaran kuesioner, wawancara, hingga melakukan observasi partisipatif langsung di lapangan. Peneliti menyusun kuesioner dalam format angket tertutup dengan pilihan jawaban skala Likert 5 poin, yang rentangnya dimulai dari "Sangat Tidak Setuju" sampai "Sangat Setuju". Secara khusus, instrumen ini dirancang guna membedah dimensi soft skills para siswa, di mana fokus pengukurannya dititikberatkan pada aspek keterampilan komunikasi (*Communication Skills*) serta kemampuan kolaborasi (*Collaboration Skills*). Selain itu, wawancara terstruktur telah dilakukan bersama para guru yang bertanggung jawab dalam program *Teaching Factory* untuk menggali informasi mendalam mengenai implementasi riil di lapangan. Observasi partisipatif juga telah dilaksanakan di laboratorium dan unit produksi sekolah untuk mencatat secara langsung bagaimana interaksi antar siswa berlangsung selama pengerjaan proyek.

Instrumen penelitian yang digunakan telah melalui tahap uji validitas dan reliabilitas sebelum disebarkan kepada responden sesungguhnya. Hal ini dilakukan untuk menjamin bahwa butir-butir pernyataan dalam kuesioner benar-benar akurat dalam mengukur variabel yang diteliti. Setelah data terkumpul, teknik analisis data yang diterapkan adalah statistik deskriptif kuantitatif. Metode ini digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik data yang diperoleh dari responden secara sistematis, akurat, dan objektif. Langkah-langkah analisis meliputi penghitungan skor rata-rata (*mean*) untuk setiap indikator softskill, seperti komunikasi, kerja sama tim, tanggung jawab, kedisiplinan, dan pemecahan masalah. Selain itu, penghitungan distribusi frekuensi dan persentase juga telah dilakukan untuk setiap item pernyataan guna melihat kecenderungan jawaban responden secara detail. Penggunaan statistik deskriptif ini dinilai paling tepat untuk menjawab rumusan masalah terkait gambaran umum tingkat pencapaian softskill siswa SMKN 26 Jakarta dalam lingkungan *Teaching Factory*.

Dalam upaya untuk meningkatkan akurasi data, pengamatan partisipatif dilakukan secara intensif di unit produksi sekolah yang berfokus pada bidang perbaikan dan pengecatan bodi kendaraan (*body & painting*). Para peneliti terlibat langsung dalam mengamati kegiatan pembelajaran di laboratorium untuk mencatat bagaimana model Pembelajaran Berbasis Proyek diterapkan dalam pembuatan unit mobil sungguhan, yang mencakup pengamatan interaksi verbal dan non-verbal siswa selama proses produksi. Selain itu, wawancara terstruktur dilakukan dengan Bapak Gunawan, S.Pd., selaku kepala unit produksi, untuk memvalidasi keselarasan antara program *Teaching Factory* yang sedang dilaksanakan dengan kebutuhan standar industri otomotif saat ini. Integrasi data kuesioner, catatan lapangan dari pengamatan, dan hasil wawancara memungkinkan para peneliti untuk melakukan refleksi mendalam pada setiap siklus tindakan, guna memastikan bahwa pengembangan keterampilan lunak siswa dipantau secara komprehensif baik dari perspektif statistik maupun realitas praktik di lapangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan secara intensif di SMKN 26 Jakarta, sebuah sekolah menengah kejuruan yang menjadi pionir dalam penerapan program keahlian Teknik Otomotif dengan sistem pembelajaran berbasis *Teaching Factory* (TeFa). Dalam pelaksanaannya, fokus utama diarahkan pada mata pelajaran praktik perawatan body kendaraan, di mana model *Project Based Learning* (PjBL) diintegrasikan untuk memantau peningkatan *soft skills* siswa. Data empiris diperoleh melalui penyebaran instrumen angket atau kuesioner kepada 17 responden yang merupakan siswa aktif dan terlibat langsung dalam proses pengerjaan unit kendaraan di bengkel sekolah. Setiap poin dalam kuesioner dirancang menggunakan skala Likert 5 poin, yang mencakup dimensi kemampuan komunikasi (*communication skills*) dan kemampuan kerja sama tim (*collaboration skills*), dengan skor maksimal sebesar 75 poin untuk setiap indikator penilaian.

Berdasarkan hasil pengolahan data pada siklus pertama pada tabel 1, ditemukan bahwa capaian *soft skills* siswa masih berada pada kategori yang memerlukan pengembangan lebih lanjut agar sesuai dengan standar industri. Data deskriptif menunjukkan bahwa nilai rata-rata untuk indikator *communication skills* berada pada angka 50,93, sementara nilai rata-rata untuk indikator *collaboration skills* berada pada angka 49,33. Jika angka-angka tersebut dikonversi ke dalam persentase capaian terhadap skor total, maka kemampuan komunikasi siswa hanya menyentuh angka 68% dan kemampuan kolaborasi sebesar 66%. Temuan pada fase awal ini mengindikasikan bahwa interaksi interpersonal di antara siswa saat mengerjakan proyek perawatan kendaraan belum berjalan secara optimal. Siswa cenderung bekerja secara individualis dan masih menunjukkan keraguan dalam menyampaikan gagasan teknis, baik kepada rekan sejawat maupun kepada instruktur, yang menunjukkan bahwa atmosfer kerja industri yang kolaboratif belum sepenuhnya terinternalisasi.

Tabel 1. Hasil skor kuesioner siklus 1

NAMA	KELAS	COMMUNICATION SKILLS															COLLABORATION SKILLS																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	SKOR	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	SKOR
DAVA IBRAHIMOVIC PASHA	13 OTO 2	2	3	3	4	4	4	2	2	4	3	4	4	3	2	4	48	3	2	3	3	2	2	4	2	4	4	4	3	4	3	3	49
EKA PRAYOGA	13 OTO 1	3	4	4	4	3	2	4	3	3	4	2	3	5	2	3	49	2	2	2	2	3	3	5	3	4	2	4	5	2	5	3	47
ERIZA ARSYAH ARRAZY	13 OTO 2	3	3	3	2	2	5	3	3	4	3	3	5	3	2	2	46	4	3	5	4	4	2	4	3	2	5	2	5	3	2	4	52
FAWAZ ALGHIFARI ANNAJIB	13 OTO 2	3	3	4	5	2	4	3	2	4	5	5	2	4	3	5	54	3	4	5	2	4	2	2	4	2	4	2	4	3	5	2	48
M YOGA PRATAMA	13 OTO 2	4	5	2	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	2	4	50	3	4	2	3	3	3	5	2	4	3	2	3	4	3	3	47
MOHAMMAD SYAEFULDIN	13 OTO 2	3	5	4	3	5	4	4	4	4	4	3	2	3	4	5	57	5	4	3	4	2	4	2	5	5	2	4	2	3	2	4	51
MUHAMMAD FAIRI AL GHIFARI	13 OTO 1	5	3	2	3	4	3	2	4	4	2	5	3	2	5	3	50	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	2	5	3	3	52
MUHAMMAD IRZAM RAMADHAN	13 OTO 1	5	3	4	4	3	4	5	4	2	4	5	3	2	3	3	54	3	5	4	4	4	3	5	4	4	5	5	3	3	2	4	58
NAZAR NUGRAHA	13 OTO 1	3	4	3	2	4	5	5	4	4	2	3	4	2	3	3	51	2	3	2	3	2	5	3	2	2	3	3	4	4	4	5	47
REKSA MAULANA AWALUDIN	13 OTO 1	3	5	5	4	4	4	2	4	3	3	4	2	5	5	3	56	3	2	4	2	4	3	3	5	2	3	2	4	3	4	3	47
RIO SURYA ADI RANGGA	13 OTO 2	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	2	3	4	3	4	52	2	3	3	2	3	2	4	4	4	3	4	2	3	4	2	45
RIZKI MAULANA	13 OTO 1	5	4	3	2	3	2	3	5	2	4	4	2	3	5	5	52	4	3	3	3	2	4	4	5	4	4	5	3	3	4	3	54
RIZKI RAMADHAN	13 OTO 2	3	3	4	4	3	4	2	3	5	2	2	4	5	5	4	53	3	2	3	2	3	5	5	3	4	2	5	4	3	2	4	56
ZAHRA AULIA	13 OTO 1	3	2	2	3	4	4	3	4	4	4	2	2	2	4	3	46	2	2	3	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	2	48
ZAKI FAIZA AR RAFI	13 OTO 2	4	3	3	3	3	3	2	2	4	4	3	4	3	3	2	46	4	4	3	2	3	2	4	3	4	3	4	3	3	3	3	48
TOTAL SKOR																	764																760
RATA-RATA																	50,93																49,33

Namun, setelah dilakukan refleksi mendalam terhadap kendala yang muncul di siklus pertama, peneliti melakukan intervensi melalui perbaikan modul ajar dan penguatan bimbingan berbasis proyek pada siklus kedua pada tabel 2. Hasilnya, data menunjukkan tren peningkatan yang sangat signifikan pada seluruh aspek penilaian. Nilai rata-rata untuk *communication skills* melonjak menjadi 62,27, yang mencerminkan adanya pertumbuhan kemampuan sebesar 22% dibandingkan dengan data awal di siklus pertama. Peningkatan yang jauh lebih progresif terlihat pada aspek *collaboration skills*, di mana nilai rata-rata naik menjadi 66,27, atau setara dengan peningkatan sebesar 34%. Kenaikan ini secara nyata membuktikan bahwa implementasi model PjBL yang menekankan pada tanggung jawab kelompok

berhasil mendorong siswa untuk aktif berkoordinasi dan berkomunikasi demi menyelesaikan target proyek perawatan kendaraan tepat waktu.

Tabel 2. Hasil skor kuesioner siklus 2

NAMA	KELAS	COMMUNICATION SKILLS															COLLABORATION SKILLS																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	SKOR	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	SKOR
DAVA IBRAHIMOVIC PASHA	13 OTO 2	4	3	4	3	5	5	4	4	3	3	4	4	4	4	4	58	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	58
EKA PRAYOGA	13 OTO 1	4	5	5	4	5	3	4	5	5	4	4	4	4	5	3	64	5	5	4	4	4	3	4	5	5	4	5	4	4	5	4	65
ERIZA ARSYAH ARRAZY	13 OTO 2	3	4	4	3	5	5	4	3	4	5	5	4	4	4	5	62	4	3	5	5	4	5	3	4	4	5	4	5	5	5	5	66
FAWAZ ALGHIFARI ANNABIB	13 OTO 2	4	4	4	5	5	5	5	5	3	5	5	4	5	5	5	69	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	69
M YOGA PRATAMA	13 OTO 2	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	4	67	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	5	66	
MOHAMMAD SYAEFULDIN	13 OTO 2	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	67	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	73
MUHAMMAD FAJRI AL GHIFARI	13 OTO 1	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	3	64	5	4	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	3	66
MUHAMMAD IRZAM RAMADHAN	13 OTO 1	4	4	4	1	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	66	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	74
NAZAR NUGRAHA	13 OTO 1	3	3	4	5	5	5	4	5	3	3	3	3	3	3	4	58	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5	4	4	4	4	67
REKSA MAULANA AWALUDIN	13 OTO 1	4	3	3	3	4	5	5	5	3	3	4	5	3	5	5	60	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	68
RIO SURYA ADI RANGGA	13 OTO 2	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	3	4	3	4	3	50	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	58	
RIZKI MAULANA	13 OTO 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	73
RIZKI RAMADHAN	13 OTO 2	3	3	4	2	3	3	3	5	5	4	4	5	5	4	4	57	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	71
ZAHRA AULIA	13 OTO 1	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	59	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60
ZAKI FAIZA AR RAFI	13 OTO 2	3	4	4	3	4	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	58	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60
TOTAL SKOR																	934																994
RATA-RATA																	62,267																66,267

Jika ditinjau dari data per individu, mayoritas dari 17 responden menunjukkan grafik peningkatan yang sangat konsisten lihat pada tabel 3. Sebagai contoh, responden atas nama Dava Ibrahimovic Pasha mencatatkan peningkatan persentase skor total dari 64% pada siklus pertama menjadi 77% pada siklus kedua. Responden lain, Eka Prayoga, menunjukkan performa yang menonjol dengan capaian persentase skor komunikasi sebesar 85% dan kolaborasi sebesar 87% di akhir siklus kedua. Bahkan, terdapat responden yang mencapai tingkat efektivitas interpersonal yang hampir sempurna; Rizki Mallana memperoleh skor komunikasi maksimal 75 poin (100%) dan skor kolaborasi mencapai 97%. Lonjakan data juga terlihat pada responden Muhammad Irzam Ramadhan yang persentase kolaborasinya mencapai 99% di akhir penelitian. Nama-nama lain seperti Eriza Arsyah Arrazy, Fawaz Alghifari Annajib, dan M Yoga Pratama juga menunjukkan peningkatan skor yang stabil di atas 80% pada siklus kedua, yang menandakan keberhasilan model pembelajaran ini secara merata.

Tabel 3. Persentase skor siswa

NAMA	COMMUNICATION				COLLABORATION			
	SIKLUS 1	% SKOR	SIKLUS 2	% SKOR	SIKLUS 1	% SKOR	SIKLUS 2	% SKOR
DAVA IBRAHIMOVIC PASHA	48	64%	58	77%	46	61%	58	77%
EKA PRAYOGA	49	65%	64	85%	47	63%	65	87%
ERIZA ARSYAH ARRAZY	46	61%	62	83%	52	69%	66	88%
FAWAZ ALGHIFARI ANNAJIB	54	72%	69	92%	48	64%	69	92%
M YOGA PRATAMA	50	67%	67	89%	47	63%	66	88%
MOHAMMAD SYAEFULDIN	57	76%	67	89%	51	68%	73	97%
MUHAMMAD FAJRI AL GHIFARI	50	67%	64	85%	52	69%	66	88%
MUHAMMAD IRZAM RAMADHAN	54	72%	66	88%	58	77%	74	99%
NAZAR NUGRAHA	51	68%	58	77%	47	63%	67	89%
REKSA MAULANA AWALUDIN	56	75%	60	80%	47	63%	68	91%
RIO SURYA ADI RANGGA	52	69%	50	67%	45	60%	58	77%
RIZKI MAULANA	52	69%	75	100%	54	72%	73	97%
RIZKI RAMADHAN	53	71%	57	76%	50	67%	71	95%
ZAHRA AULIA	46	61%	59	79%	48	64%	60	80%
ZAKI FAIZA AR RAFI	46	61%	58	77%	48	64%	60	80%
RATA-RATA	50.93	68%	62.27	83%	49.33	66%	66.27	88%

Data kuantitatif tersebut diperkuat melalui temuan kualitatif yang didapatkan dari hasil wawancara bersama Kepala Unit Produksi SMKN 26 Jakarta, Bapak Gunawan, S.Pd. Beliau menjelaskan bahwa program *Teaching Factory* di sekolah ini memang dirancang sedemikian rupa untuk mereplikasi atmosfer bengkel industri sesungguhnya ke dalam lingkungan sekolah. Melalui pengerjaan unit mobil nyata dalam bidang perbaikan bodi dan pengecatan (*body & painting*), siswa secara alami ditempatkan dalam situasi yang memaksa mereka untuk melakukan koordinasi tim yang ketat. Beliau mengamati bahwa transisi dari siklus pertama ke siklus kedua memberikan ruang bagi siswa untuk lebih aktif menyampaikan gagasan, baik secara lisan saat diskusi tim maupun secara visual saat presentasi hasil kerja. Hal ini selaras dengan tujuan utama program TeFa, yakni menyiapkan kesiapan kerja siswa yang tidak hanya unggul secara teknis (*hard skills*), tetapi juga memiliki karakter profesional yang kuat (Wahyudin et al., 2025).

Selain peningkatan skor angket, observasi lapangan selama proses pengerjaan proyek perawatan body kendaraan memperlihatkan transformasi perilaku siswa. Pada siklus pertama, siswa sering kali menunggu instruksi detail dari guru sebelum bertindak. Namun, pada siklus kedua, siswa sudah mulai menunjukkan inisiatif kepemimpinan dan manajemen waktu yang jauh lebih baik. Mereka mampu membagi tugas secara mandiri di dalam kelompoknya, menetapkan target harian pengerjaan unit kendaraan, dan melakukan evaluasi mandiri terhadap hasil kerja mereka. Dinamika kelompok yang tercipta melalui skema PjBL ini memungkinkan terjadinya proses pembelajaran sebaya (*peer learning*), di mana siswa yang memiliki keterampilan teknis lebih menonjol bersedia membantu rekannya melalui komunikasi yang efektif dan terbuka.

Secara akumulatif, rata-rata persentase capaian seluruh siswa pada siklus kedua untuk aspek komunikasi telah menyentuh angka 83%, sementara untuk aspek kolaborasi mencapai 88%. Keberhasilan penelitian ini ditandai dengan tercapainya kriteria peningkatan *soft skills* siswa berdasarkan seluruh instrumen penilaian yang telah diolah secara sistematis. Hasil ini memvalidasi bahwa integrasi model pembelajaran berbasis proyek dalam wadah *Teaching Factory* merupakan strategi instruksional yang sangat efektif untuk meningkatkan kompetensi non-teknis siswa pendidikan vokasi di era industri modern (Sutiadiningsih & Mahfud, 2023). Dengan data yang menunjukkan tren positif dari siklus ke siklus, penelitian ini secara meyakinkan memberikan bukti empiris bahwa tantangan rendahnya *soft skills* lulusan SMK dapat diatasi melalui rancangan kurikulum yang mengedepankan pengalaman kerja nyata dan kolaborasi tim yang intensif.

Analisis komprehensif terhadap data hasil penelitian di SMKN 26 Jakarta memberikan bukti empiris yang sangat meyakinkan mengenai efektivitas model *Project Based Learning* (PjBL) dalam meningkatkan kompetensi non-teknis atau *soft skills* siswa. Jika kita menelaah secara mendalam temuan pada Siklus 1, terlihat bahwa rata-rata kemampuan komunikasi siswa hanya berada pada angka 50,93

(68%) dan kolaborasi pada angka 49,33 (66%). Temuan awal ini memberikan indikasi kuat bahwa atmosfir kerja industri mungkin belum sepenuhnya terinternalisasi di bengkel sekolah pada fase awal penelitian. Rendahnya skor tersebut menyiratkan bahwa siswa kemungkinan besar masih merasa asing dengan tuntutan koordinasi yang sangat ketat dalam proyek perawatan bodi kendaraan yang bersifat nyata, terukur, dan berisiko tinggi. Hal ini mungkin juga disebabkan oleh adanya transisi dari model pembelajaran konvensional menuju model berbasis proyek yang menuntut tingkat kemandirian serta tanggung jawab personal yang jauh lebih tinggi daripada sebelumnya. Tantangan serupa dilaporkan oleh (Isnandar dkk, 2023), yang menemukan bahwa siswa sekolah kejuruan sering kali membutuhkan lingkungan pembelajaran industri yang otentik agar keterampilan komunikasi dan kolaborasi mereka dapat berkembang secara efektif.

Peningkatan skor yang sangat signifikan pada Siklus 2, di mana rata-rata kemampuan komunikasi melonjak menjadi 62,27 (83%) dan kolaborasi mencapai 66,27 (88%), memberikan implikasi teoretis dan praktis yang sangat krusial bagi pendidikan vokasi. Lonjakan skor komunikasi sebesar 22% ini menunjukkan bahwa modifikasi pada modul ajar serta penguatan peran guru sebagai fasilitator berhasil menciptakan ruang bagi siswa untuk berinteraksi secara lebih aktif, terbuka, dan efektif. Hasil ini sejalan dengan temuan Hulyadi et al (2025), yang menunjukkan bahwa penerapan Model Pembelajaran Pabrik Berbasis Proyek secara signifikan meningkatkan kompetensi komunikasi siswa melalui keterlibatan aktif dalam proyek-proyek dunia nyata.

Lebih jauh lagi, peningkatan aspek kolaborasi yang mencatatkan kenaikan sebesar 34% merupakan temuan yang paling menonjol dan esensial dalam penelitian ini. Kenaikan dari rata-rata 49,33 menjadi 66,27 menandakan bahwa siswa telah berhasil menginternalisasi prinsip interdependensi positif secara optimal dalam lingkungan kerja mereka. Lingkungan pembelajaran berbasis proyek memperkuat kerja sama tim, kepemimpinan, dan keterampilan manajemen proyek di kalangan peserta didik kejuruan. Dalam ekosistem *Teaching Factory*, kolaborasi adalah kunci utama keberhasilan produksi; setiap siswa harus mampu membagi tugas secara adil, menyelesaikan konflik internal kelompok secara konstruktif, dan saling mendukung demi mencapai target proyek yang memiliki standar kualitas industri yang ketat. Data per individu pada Tabel 4.3 memperkuat argumen ini secara detail. Sebagai contoh, siswa seperti Muhammad Irzam Ramadhan berhasil mencapai persentase kolaborasi yang hampir sempurna yaitu 99% pada akhir siklus. Hal ini mungkin mengindikasikan bahwa lingkungan kerja nyata di TeFa mampu memaksa siswa untuk mengesampingkan ego individualis mereka demi mengejar keberhasilan kolektif dalam menyelesaikan unit kendaraan pelanggan yang memiliki tenggat waktu nyata.

Transformasi perilaku yang teramati secara langsung selama proses penelitian ini juga memberikan bukti kualitatif yang kuat bagi keberhasilan model PjBL. Jika pada Siklus 1 siswa cenderung bersikap pasif, ragu-ragu, dan selalu menunggu instruksi detail dari guru sebelum bertindak, maka pada Siklus 2 mereka mulai menunjukkan inisiatif kepemimpinan dan manajemen diri yang jauh lebih progresif (Rehani & Mustofa, 2023). Mereka tampak mampu menetapkan target harian pengerjaan unit kendaraan secara mandiri dan bahkan melakukan evaluasi mandiri (*self-evaluation*) terhadap hasil pengecatan atau perbaikan bodi mereka sebelum diserahkan kepada instruktur untuk penilaian akhir. Dinamika kelompok yang tercipta melalui skema PjBL ini memungkinkan terjadinya proses pembelajaran sebaya (*peer learning*) yang sangat efektif dan organik. Siswa yang memiliki pemahaman teknis lebih unggul secara alami berperan sebagai mentor bagi rekannya melalui komunikasi yang terbuka, yang pada akhirnya memperkuat dimensi interpersonal seluruh anggota tim tanpa merasa tertekan oleh otoritas guru.

Faktor lingkungan belajar di SMKN 26 Jakarta, khususnya pada unit produksi *body & painting*, berperan sangat krusial sebagai katalisator utama pengembangan *soft skills* ini. Berdasarkan hasil wawancara mendalam dengan Bapak Gunawan, S.Pd., terungkap fakta bahwa sekolah telah berhasil memindahkan atmosfir serta standar operasional bengkel industri asli ke dalam lingkungan sekolah secara meyakinkan (Quinn et al., 2025). Hal ini memberikan implikasi bahwa kesiapan kerja siswa tidak mungkin hanya dibentuk oleh penguasaan materi di dalam buku teks atau simulasi kelas biasa,

melainkan harus dibentuk oleh replikasi ekosistem kerja yang memiliki tekanan, risiko, dan standar profesional yang nyata (Guo et al, 2020). Dengan menghadapi unit mobil pelanggan yang sesungguhnya, siswa merasakan beban tanggung jawab profesional yang sangat berbeda secara psikologis dibandingkan jika mereka hanya melakukan praktik pada alat peraga laboratorium yang tidak memiliki nilai ekonomi nyata di mata masyarakat.

Secara teoretis, keberhasilan peningkatan ini memberikan dukungan yang sangat kuat terhadap relevansi teori konstruktivistik dalam pendidikan teknik (Quinn et al., 2025). Efektivitas lingkungan pembelajaran yang otentik dan berbasis pengalaman juga telah disoroti oleh Hulyadi et al (2025), melalui model *Hybrid Teaching Factory*, yang terbukti mampu meningkatkan kemampuan beradaptasi, rasa tanggung jawab, dan perilaku profesional di kalangan peserta didik. Teori tersebut menyatakan secara eksplisit bahwa pengetahuan dan karakter profesional akan terbangun secara lebih efektif ketika individu terlibat aktif secara emosional dan intelektual dalam proses interaksi sosial dan pemecahan masalah dunia nyata yang autentik. Keberhasilan luar biasa yang dicapai oleh responden seperti Rizki Maulana, yang mampu memperoleh skor komunikasi sempurna (100%) dan skor kolaborasi yang sangat tinggi (97%), memberikan bukti empiris bahwa model PjBL sangat efektif dalam mengikis hambatan psikologis siswa dalam berekspresi secara profesional di depan publik maupun rekan sejawat. Hasil ini juga menunjukkan bahwa potensi kepemimpinan dan kemampuan manajerial siswa SMK sebenarnya dapat digali secara maksimal jika mereka diberikan kepercayaan penuh dalam pengelolaan proyek yang mandiri namun tetap dalam pengawasan koridor industri.

Secara akumulatif, temuan penelitian ini sangat konsisten dengan berbagai studi terdahulu yang relevan yang menegaskan bahwa keterampilan abad ke-21 atau keterampilan 4C (*communication, collaboration, critical thinking, creativity*) dapat ditingkatkan secara drastis melalui penerapan PjBL yang terstruktur. Namun, penelitian di SMKN 26 Jakarta ini memberikan nilai tambah yang unik dengan menunjukkan bagaimana wadah *Teaching Factory* secara spesifik mempercepat proses internalisasi keterampilan tersebut melalui pengalaman kerja produksi yang nyata dan memiliki nilai guna (Wahyudin et al., 2025). Dengan demikian, integrasi antara PjBL dan TeFa bukan lagi sekadar pilihan metode pengajaran alternatif, melainkan sebuah kebutuhan strategis yang mendesak dalam kurikulum pendidikan vokasi modern di Indonesia. Model ini terbukti mampu menjembatani kesenjangan kompetensi interpersonal yang selama ini sering dikeluhkan oleh pihak industri otomotif, di mana lulusan SMK sering dianggap kurang memiliki inisiatif, daya juang, dan kemampuan kerja sama tim yang solid (Mavrikios et al., 2019).

Penerapan PjBL dalam konteks *Teaching Factory* juga memberikan ruang yang luas bagi guru untuk bertransformasi peran menjadi mentor, konsultan, dan fasilitator, bukan lagi sekadar sumber informasi tunggal yang bersifat doktrinal. Perubahan paradigma peran pendidik ini sangat penting untuk menciptakan lingkungan belajar yang demokratis dan mendorong tumbuhnya pemikiran kritis di kalangan siswa. Ketika guru memberikan kepercayaan penuh kepada siswa untuk mengelola proyek mereka sendiri dari tahap perencanaan hingga *finishing*, siswa belajar secara langsung tentang konsekuensi logis dari setiap keputusan teknis yang mereka ambil di bengkel. Hal ini mungkin merupakan alasan fundamental mengapa tingkat inisiatif dan kemampuan manajemen waktu siswa meningkat secara signifikan pada fase Siklus 2. Secara keseluruhan, data kuantitatif yang dipadukan dengan temuan kualitatif dalam penelitian ini secara meyakinkan memberikan bukti bahwa tantangan rendahnya *soft skills* pada lulusan pendidikan menengah kejuruan dapat diatasi dengan sangat efektif melalui desain instruksional yang tepat. Kombinasi antara pengalaman produksi nyata, penggunaan standar industri, dan kolaborasi tim yang intensif merupakan kunci utama dalam menciptakan lulusan yang tidak hanya kompeten secara mekanis, tetapi juga tangguh secara mental dan sosial. Oleh karena itu, model ini sangat direkomendasikan untuk diadopsi secara lebih luas pada berbagai kompetensi keahlian teknik lainnya demi menciptakan sumber daya manusia yang benar-benar siap menghadapi dinamika kompetisi dunia kerja global di masa depan.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan seluruh rangkaian penelitian, pengolahan data, dan analisis mendalam yang telah dilakukan di SMKN 26 Jakarta, dapat ditarik kesimpulan utama bahwa implementasi model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dalam ekosistem program *Teaching Factory* (TeFa) terbukti sangat efektif dan signifikan dalam meningkatkan kompetensi soft skills siswa. Efektivitas transformasi ini terukur secara empiris melalui kenaikan skor pada dua indikator utama penelitian, yakni *communication skills* dan *collaboration skills*. Data menunjukkan bahwa skor rata-rata kemampuan komunikasi siswa melonjak dari 50,93 menjadi 62,27 (meningkat sebesar 22%), sementara kemampuan kolaborasi mengalami kenaikan yang lebih progresif dari 49,33 menjadi 66,27 (meningkat sebesar 34%). Hal ini membuktikan bahwa keterlibatan aktif siswa dalam proyek nyata yang mereplikasi standar industri mampu memicu perkembangan karakter profesional yang tidak didapatkan melalui metode pembelajaran konvensional. Kesimpulan ini memperkuat temuan-temuan sebelumnya bahwa lingkungan pembelajaran *Teaching Factory* dan berbasis proyek merupakan pendekatan yang efektif untuk mengembangkan kompetensi komunikasi, kolaborasi, dan kesiapan kerja di kalangan peserta didik kejuruan.

Implikasi dari temuan ini menegaskan bahwa strategi PjBL yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif di mana mereka dituntut untuk berinteraksi secara intensif, mengelola umpan balik, serta menyelesaikan konflik tim merupakan solusi yang sangat strategis bagi lembaga pendidikan vokasi untuk menghasilkan lulusan yang kompeten secara holistik. Pihak sekolah diharapkan dapat menjadikan pendekatan ini sebagai strategi pembelajaran yang berkelanjutan, tidak hanya terbatas pada satu bidang keahlian, tetapi juga diintegrasikan secara luas guna menciptakan ekosistem pembelajaran yang kolaboratif dan responsif terhadap dinamika dunia kerja modern. Dengan dukungan penuh dari sekolah melalui penyediaan sarana yang memadai dan kemitraan dengan dunia industri, siswa akan terbiasa menghadapi tantangan autentik yang menuntut profesionalisme tinggi. Sebagai saran penutup, siswa diharapkan terus mengasah kemampuan interpersonal mereka melalui partisipasi aktif dalam proyek tim, sementara guru perlu secara konsisten meningkatkan kompetensi dalam memfasilitasi pembelajaran yang kontekstual. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk memperluas dimensi penelitian ini dengan cakupan responden yang lebih luas serta mempertimbangkan penggunaan metode campuran (*mixed methods*) untuk mendapatkan data yang lebih komprehensif mengenai variabel eksternal yang memengaruhi perkembangan *soft skills* di era abad ke-21.

REFERENSI

- Anwar, C., & Sudira, P. (2022). Literacy of Vocational High School Teachers Majoring in Automotive Light Vehicle Engineering The Need for Essential Skills in The Industrial Revolution 4.0. *Journal of Education Technology*, 6(4), 625–633. <https://doi.org/10.23887/jet.v6i4.46580>
- Arianda, Y. D., Kamal, I., Supriadi, W., Mahdiah, M., & Sarifah, I. (2024). Trends in Project Based Learning Models in Increase 6C Skills (Character, Citizenship, Critical Thinking, Creative, Collaborative, and Communication). *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 41(2), 143–152.
- Gafni, R., Leiba, M., & Sherman, S. (2023). Let's get ready for work employability skills development in an is capstone project. *Journal of Information Technology Education: Research*, 22, 235–261.
- Galung, E. A. H., Sudira, P., Anwar, C., & Shodiq, S. (2024). Research trends of artificial intelligence in vocational education: A bibliometric analysis (2001-2023). *AIP Conference Proceedings*, 3145(1), 030030. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0214852>
- Guo, P., Saab, N., Post, L.S., & Admiraal, W.F. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102, 101586.
- Hulyadi, Suryati, Azmi, I., Prayogi, S., & Verawati, N. N. S. P. (2025). Project-based teaching factory in the chemical cleaning industry to enhance students' soft skills and entrepreneurial intention. *Social Sciences & Humanities Open*, 12, 102221.

- Islam, Md. Aminul, Industry 4.0: Skill set for employability (2022). *Social Sciences & Humanities Open*, volume 6, issue 1, <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2022.100280>
- Kemendikbud. (2017). Model Project Based Learning. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar Dan Menengah, Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Mavrikios, D., Georgoulas, K., & Chryssolouris, G. (2019). The Teaching Factory Network: A new collaborative paradigm for manufacturing education. *Procedia Manufacturing*, Vol 31, 398-403, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.03.062>.
- Motyl, B., Baronio, G., Uberti, S., Speranza, D., & Filippi, S. (2017). How will Change the Future Engineers' Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey. *Procedia Manufacturing*, 11, 1501-1509.
- Mourtzis, D., Panopoulos, N., Angelopoulos, J., Zygomalas, S., Dimitrakopoulos, G., & Stavropoulos, P. (2021). A Hybrid Teaching Factory Model for Supporting the Educational Process in COVID-19 era. *Procedia CIRP*, 104, 1626–1631. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.274>
- Muhmin, A. H. (2018). Pentingnya pengembangan soft skills mahasiswa di perguruan tinggi. *Forum Ilmiah Indonesia*, 15(2), 330-338.
- Rehani, A., & Mustofa, T. A. (2023). Implementasi Project Based Learning dalam meningkatkan pola pikir kritis siswa di SMK Negeri 1 Surakarta. *Jurnal Pendidikan*, 12(4).
- Sutiadiningsih, A., & Mahfud, T. (2023). Can the teaching factory model improve the entrepreneurial intentions of vocational high school students?. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 12(3), 1654–1662. <https://doi.org/10.11591/ijere.v12i3.25652>
- Suyatmo, S., Prayitno, H., Wirawan, W. A., Pratiwi, D. I., & Waluyo, B. (2025). Preparing industry-ready graduates: Interplay of lecturer behavior, self-motivation, and soft skill development in vocational education. *Acta psychologica*, 261, 105892. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.105892>
- Trevisan, A. H., Popovska, I. D., Acerbi, F., Terzi, S., & Sassanelli, C. (2026). Teaching methods for building human capital for the twin transition: a skill-based approach. *Technology in Society*, Volume 85, 103172, <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2025.103172>.
- Wahyudin, D., Hanafi, I., & Ahmad, M. (2025). Enhancing vocational education through the teaching factory model: A study on industry-education collaboration. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 9(2), 1747–1758. <https://doi.org/10.55214/25768484.v9i2.4904>
- Quinn, W., Ahern, A., Buckley, K., Casotti, A., & Ozturk, C. (2025). A Learning Factory Implementation with Industry, Teaching and Research Perspectives. *Procedia Computer Science*, Vol. 253, 1093-1102, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.171>.