

## PENGARUH PENGUASAAN TEKNOLOGI KENDARAAN LISTRIK TERHADAP INOVASI PRODUK OTOMOTIF MELALUI KREATIVITAS MAHASISWA

Fajar Maulana<sup>1</sup>, Ganefri<sup>2</sup>, Asmar Yulastri<sup>3</sup>, Yuliana<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru,

<sup>2,3,4</sup>Universitas Negeri Padang, Padang

e-mail: <sup>1</sup>fajarm13@unilak.ac.id, <sup>2</sup>ganefri@ft.unp.ac.id, <sup>3</sup>yun064@fpp.unp.ac.id,

<sup>4</sup>yuliana@fpp.unp.ac.id

**Abstract:** *This study aims to analyze the effect of Electric Vehicle Technology Mastery and Project Team Collaboration on Automotive Product Innovation, with Student Creativity as a mediating variable among students of the Vocational Automotive Technology Education Program at Universitas Lancang Kuning (Unilak). The study is grounded in the increasing demand for advanced electrification skills and collaborative capabilities required in modern automotive industries. A quantitative explanatory approach was used, involving 100 students participating in electrification-based automotive projects. Data were collected using structured questionnaires and analyzed through validity testing, reliability testing, classical assumption tests, multiple regression, and mediation analysis using SPSS. The findings indicate that Electric Vehicle Technology Mastery and Student Creativity have a positive and significant effect on Automotive Product Innovation. Project Team Collaboration shows a significant but negative effect, suggesting that suboptimal teamwork dynamics may hinder the innovation process. Simultaneously, all predictors strongly influence innovation, with an  $R^2$  value of 0.866. Student Creativity emerges as the most dominant factor. These results highlight the essential role of integrating technical competence, creativity, and collaborative skills to enhance innovation capacity within vocational education settings.*

**Keywords:** *Electric Vehicle Technology, Team Collaboration, Student Creativity, Automotive Innovation, Vocational Education.*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik dan Kolaborasi Tim Proyek terhadap Inovasi Produk Otomotif dengan Kreativitas Mahasiswa sebagai variabel mediasi pada mahasiswa Prodi Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif Universitas Lancang Kuning (Unilak). Latar belakang penelitian didasarkan pada tuntutan perkembangan teknologi otomotif modern yang menekankan penguasaan sistem elektrifikasi dan kemampuan kolaboratif sebagai kompetensi utama pendidikan vokasi. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif eksplanatori dengan penyebaran kuesioner kepada 100 mahasiswa yang terlibat dalam proyek otomotif berbasis elektrifikasi. Analisis data dilakukan melalui uji validitas, reliabilitas, asumsi klasik, regresi berganda, dan uji mediasi menggunakan SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik dan Kreativitas Mahasiswa berpengaruh positif signifikan terhadap Inovasi Produk Otomotif. Kolaborasi Tim Proyek berpengaruh signifikan namun negatif, menunjukkan bahwa dinamika kerja tim yang kurang optimal dapat menghambat proses inovasi. Secara simultan, ketiga variabel independen memberikan pengaruh yang kuat terhadap inovasi, dengan nilai  $R^2$  sebesar 0.866. Kreativitas Mahasiswa menjadi variabel yang paling dominan dalam meningkatkan inovasi. Temuan ini menegaskan pentingnya integrasi kompetensi teknis, kreativitas, dan kolaborasi dalam pengembangan kualitas pendidikan vokasional.

**Kata Kunci:** Teknologi Kendaraan Listrik, Kolaborasi Tim, Kreativitas Mahasiswa,

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomotif dalam satu dekade terakhir menunjukkan perubahan yang sangat cepat, terutama dengan munculnya tren global menuju penggunaan kendaraan listrik sebagai solusi transportasi masa depan (Hardiyanta et al., 2024; Irawan et al., 2025). Perubahan ini tidak hanya membawa dampak pada industri otomotif tetapi juga mempengaruhi arah pendidikan vokasional yang harus mampu menyiapkan sumber daya manusia terampil dan adaptif terhadap kebutuhan teknologi baru (Chau, Chan, et al., 2025; Tell & Hoveskog, 2022). Inovasi produk otomotif kini tidak lagi bertumpu pada mekanisme konvensional, tetapi menuntut penguasaan teknologi elektrifikasi, sistem kendali elektronik, manajemen baterai, hingga integrasi perangkat lunak yang mendukung performa dan efisiensi kendaraan. Kondisi ini menegaskan bahwa mahasiswa sebagai calon tenaga kerja industri perlu memiliki kemampuan teknis yang relevan dengan dinamika otomotif modern (Ariyani et al., 2025; Basri et al., 2025).

Penguasaan teknologi kendaraan listrik menjadi salah satu kompetensi strategis yang harus dimiliki mahasiswa pendidikan vokasi. Teknologi ini bersifat multidisipliner dan mencakup pemahaman tentang motor listrik, konverter daya, sistem charging, serta aspek keselamatan listrik (Chau, Liu, et al., 2025; Sutianah et al., 2024). Mahasiswa yang mampu menguasai teknologi tersebut cenderung lebih siap dalam menghasilkan gagasan kreatif yang dapat diimplementasikan dalam bentuk inovasi produk otomotif (Agostini & Caviggioli, 2015; Audretsch et al., 2023). Sebaliknya, kurangnya penguasaan teknologi menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan dalam mengembangkan ide-ide baru, mengaplikasikan konsep teknis ke bentuk

prototipe, atau menciptakan solusi teknologis yang memiliki nilai kompetitif. Oleh karena itu, penguasaan teknologi kendaraan listrik memiliki peran penting sebagai fondasi untuk meningkatkan kreativitas dan inovasi mahasiswa (Aalbers & Whelan, 2021; Liu et al., 2021).

Selain faktor penguasaan teknologi, kolaborasi dalam tim proyek juga berperan besar dalam mendorong inovasi di lingkungan pendidikan vokasional. Dunia industri otomotif sangat mengandalkan kerja tim lintas divisi—mulai dari desain, analisis teknik, pengujian, hingga produksi—yang masing-masing saling berkontribusi untuk menghasilkan produk inovatif (Hardiyanta et al., 2024; Irawan et al., 2025). Dalam konteks pendidikan, kegiatan berbasis proyek seperti pembuatan prototipe, modifikasi kendaraan, dan pengembangan sistem kelistrikan menuntut mahasiswa untuk bekerja secara kolaboratif. Kolaborasi tim proyek memungkinkan pertukaran ide, pembagian tugas secara efektif, dan penyelesaian masalah secara kolektif. Hal tersebut menciptakan lingkungan belajar yang mendorong lahirnya kreativitas individu maupun kelompok (Aziz et al., 2020; Nur & Kurniawan, 2021).

Kreativitas mahasiswa menjadi faktor kunci yang menjembatani antara penguasaan teknologi dan inovasi produk. Kreativitas memungkinkan mahasiswa menghubungkan konsep teknis dengan pendekatan baru yang lebih efisien, estetis, dan fungsional (Tangkudung, 2024). Tanpa kreativitas, penguasaan teknologi hanya akan berhenti pada kemampuan memahami teori, bukan pada kemampuan menghasilkan karya inovatif. Kreativitas juga membantu mahasiswa dalam mengidentifikasi masalah teknis, merancang solusi alternatif, serta mengembangkan produk otomotif yang memiliki daya saing. Dengan demikian, kreativitas berperan sebagai variabel

mediasi yang memperkuat pengaruh pengetahuan teknologi dan kolaborasi tim terhadap keluaran inovatif (Aripin et al., 2025).

Namun, berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kreativitas mahasiswa vokasi tidak hanya dipengaruhi oleh aspek individu, tetapi juga oleh lingkungan belajar, ketersediaan fasilitas, budaya tim, serta keterlibatan dalam proyek kolaboratif. Situasi pembelajaran yang kurang mendukung pengembangan ide kreatif, keterbatasan teknologi pendukung, atau minimnya pengalaman dalam proyek kendaraan listrik dapat menghambat tercapainya inovasi. Hal ini menjadi tantangan bagi program studi vokasional untuk menyediakan ekosistem belajar yang sejalan dengan tuntutan industri otomotif modern.

Di sisi lain, inovasi produk otomotif merupakan salah satu indikator penting keberhasilan pendidikan vokasi karena mencerminkan kemampuan mahasiswa dalam mengintegrasikan teori dengan praktik. Inovasi dapat berupa pengembangan komponen baru, modifikasi sistem kendaraan, atau perancangan alat bantu otomotif berbasis teknologi listrik (Ariyani et al., 2025; Chau, Chan, et al., 2025). Ketika mahasiswa mampu menghasilkan inovasi, hal tersebut tidak hanya meningkatkan kompetensi teknis mereka tetapi juga memberikan kontribusi nyata bagi perkembangan ilmu pengetahuan, kebutuhan industri, serta reputasi lembaga pendidikan (Hardiyanta et al., 2024; Irawan et al., 2025).

Berkaitan dengan hal tersebut, penelitian tentang pengaruh penguasaan teknologi kendaraan listrik dan kolaborasi tim proyek terhadap inovasi produk menjadi relevan untuk dilakukan, terutama dengan mempertimbangkan peran kreativitas mahasiswa sebagai variabel yang memediasi hubungan antar faktor tersebut. Pemahaman mengenai keterkaitan faktor-faktor ini akan memberikan gambaran bagaimana kompetensi teknologi dan dinamika kerja

tim dapat diarahkan untuk membentuk pola kreativitas yang menghasilkan inovasi berkualitas (Agostini & Caviglioli, 2015; Aziz et al., 2020).

Pada bagian akhir, penelitian ini menempatkan mahasiswa Program Studi Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif Universitas Lancang Kuning (Unilak) sebagai subjek penelitian. Mahasiswa pada program studi ini merupakan calon tenaga kerja yang akan berhadapan langsung dengan perkembangan industri otomotif berbasis listrik. Selain itu, kurikulum yang telah mengadopsi pembelajaran berbasis proyek memberikan ruang ideal untuk mengevaluasi sejauh mana penguasaan teknologi kendaraan listrik dan kolaborasi tim proyek berkontribusi terhadap kreativitas dan inovasi produk otomotif yang mereka hasilkan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan pemahaman empiris bagi pengembangan kualitas pembelajaran vokasional di era elektrifikasi kendaraan.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif eksplanatori untuk menguji pengaruh penguasaan teknologi kendaraan listrik dan kolaborasi tim proyek terhadap inovasi produk otomotif, dengan kreativitas mahasiswa sebagai variabel mediasi. Pendekatan kuantitatif dipilih karena mampu mengukur hubungan antarvariabel secara objektif dan terstruktur (Sugiyono, 2019). Data dikumpulkan melalui kuesioner tertutup menggunakan skala Likert yang disebarkan kepada mahasiswa Prodi Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif Unilak yang terlibat dalam proyek otomotif berbasis teknologi listrik. Sampel berjumlah 100 responden dan dipilih menggunakan teknik purposive sampling, karena responden harus memenuhi kriteria tertentu seperti pengalaman dalam proyek kolaboratif (Sekaran & Bougie, 2020). Analisis data dilakukan menggunakan SPSS, meliputi

uji validitas dan reliabilitas instrumen, uji asumsi klasik, serta uji hipotesis melalui regresi berganda dan analisis mediasi. Metode ini memastikan evaluasi yang komprehensif terhadap pengaruh variabel teknis dan kolaboratif terhadap inovasi produk otomotif.

### Hasil Penelitian Uji Asumsi Klasik

Sebelum melakukan pengujian hipotesis, penting untuk memastikan bahwa model regresi memenuhi beberapa asumsi klasik. Asumsi-asumsi ini meliputi uji normalitas, multikolinearitas, dan heteroskedastisitas, yang secara kolektif menentukan kesesuaian dan akurasi analisis regresi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1 Hasil Uji Normalitas**

		Unstandardized Residual	
N			100
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean		.0000000
	Std. Deviation		2.59312109
Most Extreme Differences	Absolute		.254
	Positive		.179
	Negative		-.254
Test Statistic			.254
Asymp. Sig. (2-tailed) <sup>c</sup>			.220
Monte Carlo Sig. (2-tailed) <sup>d</sup>	Sig.		.132
	99% Confidence Interval	Lower Bound	.334
		Upper Bound	.442

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. Lilliefors' method based on 10000 Monte Carlo samples with starting seed 2000000.

Hasil uji normalitas menunjukkan nilai signifikansi 0.220 ( $>0.05$ ), sehingga data berdistribusi normal. Nilai residual juga berada dalam batas wajar, ditunjukkan oleh mean mendekati nol dan standar deviasi 2.59. Dengan demikian, model regresi memenuhi asumsi

normalitas dan layak digunakan untuk analisis lanjut.

Lebih lanjut, uji multikolinearitas yang baik harus memiliki nilai toleransi  $\geq 0,10$  dan nilai VIF  $<10$ . Uji multikolinearitas bertujuan untuk menyelidiki korelasi antar variabel independen.

**Tabel 2 Hasil uji multikolinearitas**

		Collinearity Statistics	
Model		Tolerance	VIF
1	Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik (X1)	.284	3.524
	Kreativitas Mahasiswa (z)	.962	1.040
	Kolaborasi Tim Proyek (X2)	.290	3.450

a. Dependent Variable: Inovasi produk otomotif (Y)

Tabel 2 menyajikan hasil evaluasi tingkat interkorelasi antar variabel

independen, yaitu Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik (X1), Kolaborasi Tim

Proyek (X2), dan Kreativitas Mahasiswa sebagai variabel mediasi (Z). Nilai tolerance untuk seluruh variabel berada di atas 0,10 dan nilai VIF berada di bawah 10.

Temuan ini menunjukkan bahwa tidak terjadi multikolinearitas, sehingga masing-masing variabel independen memiliki kontribusi unik dalam menjelaskan variasi Inovasi Produk Otomotif sebagai variabel dependen.

Hasil ini penting karena menegaskan bahwa model regresi yang digunakan bersifat stabil dan dapat dipercaya.

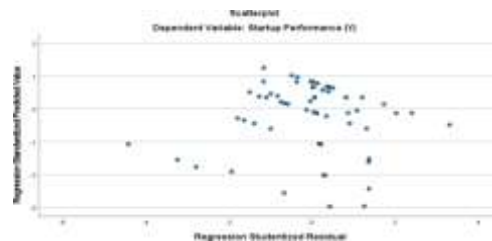
Ketidakhadiran multikolinearitas memastikan bahwa koefisien regresi yang dianalisis pada tabel berikutnya (Tabel 4, 5, dan 6) dapat ditafsirkan secara akurat, baik dari segi arah pengaruh maupun besarnya.

Dengan demikian, penelitian dapat memberikan kesimpulan yang lebih valid mengenai sejauh mana penguasaan teknologi kendaraan listrik, kolaborasi tim proyek, dan kreativitas mahasiswa berkontribusi terhadap Kreatifitas Mahasiswa Prodi Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif UNILAK

**Tabel 3 Hasil uji reliabilitas**

Variable	Cronbach alpha	Keterangan
Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik (X1)	0.940	Reliable
Kolaborasi Tim Proyek (X2)	0.879	Reliable
Kreativitas Mahasiswa (z)	0.948	Reliable
Inovasi Produk Otomotif (Y)	0.991	Reliable

Tabel 3 menunjukkan hasil uji reliabilitas untuk seluruh variabel penelitian, yaitu Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik (X1), Kolaborasi Tim Proyek (X2), Kreativitas Mahasiswa (Z), dan Inovasi Produk Otomotif sebagai variabel Y (user menuliskan *Kreatifitas Mahasiswa (Y)*), tetapi secara logis Y adalah *Inovasi Produk*). Reliabilitas diukur menggunakan Cronbach's Alpha, di mana sebuah instrumen dinyatakan



**Gambar 1 Hasil uji heteroskedastisitas**

Diagram sebar pada Gambar 1 menunjukkan distribusi residual di seluruh nilai prediksi. Sebarannya tampak acak dan tidak membentuk pola yang jelas, yang berarti tidak terdapat heteroskedastisitas. Homoskedastisitas menunjukkan bahwa model regresi memiliki varians galat yang konsisten, sehingga memperkuat reliabilitas hasil uji hipotesis.

### Uji Kelayakan Instrumen

Berdasarkan hasil uji validitas yang dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS, menunjukkan bahwa semua variabel indikator, termasuk X1, X2, Z, dan Y, melebihi r-tabel ( $> 0,195$ ), sehingga semua item valid. Hasil uji reliabilitas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

reliabel apabila nilai alpha berada di atas 0,70.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa:

1. Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik (X1) memiliki Cronbach Alpha 0.940,
2. Kolaborasi Tim Proyek (X2) memiliki nilai 0.879,
3. Kreativitas Mahasiswa (Z) memperoleh nilai 0.948,

4. Inovasi Produk Otomotif (Y) memperoleh nilai sangat tinggi yaitu 0.991.

Seluruh nilai alpha berada jauh di atas standar minimal 0,70 sehingga dapat disimpulkan bahwa semua instrumen penelitian berada dalam kategori sangat reliabel. Artinya, setiap butir pertanyaan dalam kuesioner mampu mengukur variabel yang dimaksud secara konsisten dan stabil.

Hasil reliabilitas yang tinggi ini juga menunjukkan bahwa instrumen telah disusun dengan baik, memiliki kesesuaian antar-item, serta layak digunakan untuk analisis lebih lanjut, termasuk regresi, mediasi, maupun pengujian model

hubungan antarvariabel. Dengan demikian, kualitas data yang dihasilkan dapat dipercaya sehingga interpretasi hasil penelitian menjadi lebih akurat dan valid.

### Uji Hipotesis

Bagian uji hipotesis dalam penelitian ini terdiri dari uji parsial (uji t) dan uji simultan (uji F). Kedua uji tersebut digunakan untuk menganalisis pengaruh masing-masing variabel independen—Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik (X1) dan Kolaborasi Tim Proyek (X2)—serta variabel mediasi Kreativitas Mahasiswa (Z) terhadap Inovasi Produk Otomotif (Y), baik secara individual maupun secara bersama-sama. Sebagaimana berikut ini:

**Tabel 4 Hasil Uji T (parsial)**

#### Unstandardized

Model	Coefficients		Standardized		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1 (Constant)	-1.068	1.776		-.602	.549
Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik (X1)	.303	.106	.201	2.865	.005
Kreativitas Mahasiswa (z)	1.042	.044	.906	23.749	.000
Kolaborasi Tim Proyek (X2)	-.313	.123	-.177	-2.540	.013

a. Dependent Variable: Inovasi Produk Otomotif (Y)

Berdasarkan Tabel 4, hasil uji t menunjukkan bahwa: Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik (X1) memiliki nilai  $t = 2.865$  dengan sig. 0.005. Karena nilai sig.  $< 0.05$ , maka X1 berpengaruh positif dan signifikan terhadap Inovasi Produk Otomotif (Y). Artinya, semakin tinggi penguasaan mahasiswa terhadap teknologi kendaraan listrik, semakin meningkat inovasi produk yang dihasilkan.

1. Kreativitas Mahasiswa (Z) menunjukkan nilai  $t = 23.749$  dengan sig. 0.000. Nilai ini sangat signifikan, sehingga kreativitas mahasiswa berpengaruh kuat dan signifikan terhadap inovasi produk. Ini menegaskan bahwa kreativitas merupakan faktor kunci dalam menghasilkan inovasi otomotif.

2. Kolaborasi Tim Proyek (X2) memiliki nilai  $t = -2.540$  dengan sig. 0.013. Karena sig.  $< 0.05$ , variabel ini berpengaruh signifikan, namun koefisiennya bernilai negatif. Artinya, kolaborasi tim proyek dalam model ini cenderung memberikan pengaruh negatif terhadap inovasi produk. Temuan ini dapat diinterpretasikan bahwa kualitas kolaborasi yang kurang optimal justru dapat menurunkan kemampuan inovasi mahasiswa.

Secara keseluruhan, uji parsial menunjukkan bahwa ketiga variabel signifikan memengaruhi inovasi produk otomotif, dengan kreativitas mahasiswa sebagai variabel yang paling dominan

**Tabel 5 Hasil Uji F (simultan)**

	Model	Sum of Squares df	Mean Square	F	Sig.	
1	Regression	4285.047	3	1428.349	205.980	.000 <sup>b</sup>
	Residual	665.703	96	6.934		
	Total	4950.750	99			

a. Dependent Variable: Inovasi Produk Otomotif (Y)

b. Predictors: (Constant), Kolaborasi Tim Proyek (X2), Kreativitas Mahasiswa (Z), Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik (X1)

Berdasarkan Tabel 5, hasil uji F menunjukkan bahwa nilai  $F = 205.980$  dengan nilai signifikansi  $0.000$ . Karena  $\text{sig.} < 0.05$ , maka dapat disimpulkan bahwa model regresi secara simultan signifikan.

Artinya, tiga variabel prediktor yaitu:

1. Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik (X1)
2. Kolaborasi Tim Proyek (X2)
3. Kreativitas Mahasiswa (Z)

Secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap Inovasi Produk Otomotif (Y).

Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi kemampuan teknis, kemampuan bekerja dalam tim proyek, dan kreativitas mahasiswa mampu menjelaskan variasi inovasi produk otomotif secara kuat. Dengan demikian, model regresi layak digunakan untuk analisis lebih lanjut karena seluruh variabel independen secara kolektif memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan inovasi produk mahasiswa.

**Tabel 6 Uji Koefisien Determinasi (R<sup>2</sup>)**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.930 <sup>a</sup>	.866	.861	2.633

a. Predictors: (Constant), Kolaborasi Tim Proyek (X2), Kreativitas Mahasiswa (Z), Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik (X1)

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai  $R = 0.930$ , yang berarti hubungan antara

variabel independen—Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik (X1), Kolaborasi Tim Proyek (X2), dan Kreativitas Mahasiswa (Z)—dengan variabel dependen Inovasi Produk Otomotif (Y) berada pada kategori sangat kuat.

Nilai  $R \text{ Square} = 0.866$  menunjukkan bahwa  $86,6\%$  variasi Inovasi Produk Otomotif dapat dijelaskan oleh ketiga variabel tersebut secara bersama-sama. Sementara itu,  $\text{Adjusted R Square} = 0.861$  mengonfirmasi bahwa model tetap stabil dan akurat meskipun memperhitungkan jumlah variabel dan sampel.

Nilai  $\text{Standard Error of the Estimate} (2.633)$  menunjukkan bahwa tingkat kesalahan prediksi model relatif kecil, sehingga model regresi dapat dianggap baik dalam memprediksi inovasi produk.

Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa penguasaan teknologi kendaraan listrik, kolaborasi tim proyek, dan kreativitas mahasiswa merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap inovasi produk otomotif.

## Pembahasan

### Hasil uji t (Parsial)

Hasil uji t pada Tabel 4 menunjukkan bahwa setiap variabel independen dan mediasi memiliki pengaruh signifikan terhadap inovasi produk otomotif. Pertama, variabel Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik (X1) terbukti berpengaruh positif dan signifikan dengan nilai  $t = 2.865$  dan  $\text{sig.} 0.005$ . Temuan ini sejalan dengan teori

kompetensi teknologi yang dikemukakan oleh Dessler (2017), yang menyatakan bahwa penguasaan keterampilan teknis akan meningkatkan kemampuan individu dalam menciptakan solusi inovatif. Dalam konteks pendidikan vokasional, penguasaan teknologi kendaraan listrik memberi mahasiswa landasan pengetahuan untuk menghasilkan desain, modifikasi, dan prototipe otomotif berbasis elektrifikasi. Pengetahuan semacam ini mendorong eksplorasi kreatif dan praktik inovatif yang relevan dengan perkembangan industri otomotif modern. Kedua, hasil menunjukkan bahwa Kreativitas Mahasiswa (Z) memiliki pengaruh paling dominan dengan nilai  $t = 23.749$  dan sig. 0.000. Menurut Munandar (2012), kreativitas adalah kemampuan individu dalam menciptakan gagasan baru, melihat hubungan-hubungan baru, dan menghasilkan solusi unik. Kreativitas menjadi inti dari inovasi karena mendorong mahasiswa untuk menggabungkan kemampuan teknis dengan perspektif baru dalam menyelesaikan masalah otomotif. Hal ini menjelaskan mengapa kreativitas menghasilkan pengaruh yang sangat signifikan dalam penelitian ini.

Ketiga, variabel Kolaborasi Tim Proyek (X2) menunjukkan pengaruh signifikan namun negatif ( $t = -2.540$ ; sig. 0.013). Temuan ini mengindikasikan bahwa dinamika kerja tim yang tidak optimal dapat menurunkan tingkat inovasi. Teori Robbins & Judge (2017) menjelaskan bahwa kolaborasi yang tidak efektif—misalnya konflik, komunikasi buruk, atau pembagian tugas tidak seimbang—dapat menghambat produktivitas dan kreativitas kelompok. Dalam konteks penelitian ini, kolaborasi yang belum berjalan ideal justru menurunkan kemampuan mahasiswa dalam menghasilkan inovasi produk.

Secara keseluruhan, hasil uji  $t$  membuktikan bahwa penguasaan teknologi, kreativitas, dan kolaborasi tim memiliki pengaruh signifikan terhadap inovasi produk. Kreativitas menjadi faktor penentu utama yang memperkuat

hubungan antarvariabel dan berperan sebagai motor pendorong inovasi mahasiswa.

### Hasil Uji F (Simultan)

Hasil uji F dalam Tabel 5 menunjukkan bahwa variabel Penguasaan Teknologi Kendaraan Listrik (X1), Kolaborasi Tim Proyek (X2), dan Kreativitas Mahasiswa (Z) secara simultan berpengaruh signifikan terhadap Inovasi Produk Otomotif (Y), dengan nilai  $F = 205.980$  dan sig. 0.000. Nilai signifikansi ini membuktikan bahwa model regresi yang digunakan layak dan mampu menjelaskan hubungan antarvariabel secara komprehensif.

Secara teoritis, temuan ini mendukung pandangan Schumpeter (1934) yang menegaskan bahwa inovasi merupakan hasil interaksi berbagai faktor seperti kemampuan teknis, proses kreatif, dan dinamika kerja kolektif. Dalam konteks pendidikan vokasional otomotif, kombinasi penguasaan teknologi kendaraan listrik, kerja sama tim dalam proyek, serta kreativitas individu menjadi elemen fundamental yang mendorong lahirnya inovasi produk. Ketiga variabel ini tidak berjalan sendiri-sendiri, tetapi saling melengkapi dalam proses pembelajaran berbasis proyek yang menuntut pemecahan masalah kompleks dan pengembangan prototipe kendaraan.

Penguasaan teknologi memberikan mahasiswa kemampuan dasar untuk memahami sistem kelistrikan kendaraan, baterai, motor listrik, dan komponen elektronik. Kolaborasi

tim proyek membantu mengintegrasikan ide, membagi tugas, dan menyelesaikan tantangan teknis secara kolektif. Sementara itu, kreativitas mahasiswa berfungsi sebagai penghubung yang mengubah pengetahuan dan kerja tim menjadi ide-ide baru yang diwujudkan dalam bentuk inovasi konkret. Ketika ketiga aspek ini bekerja secara bersamaan, kemampuan inovasi mahasiswa meningkat secara signifikan.

Temuan ini juga relevan dengan teori pembelajaran konstruktivistik

(Vygotsky, 1978) yang menekankan bahwa pembelajaran terbaik terjadi melalui interaksi sosial, kolaborasi, dan eksplorasi kreatif. Artinya, inovasi produk otomotif tidak hanya bergantung pada kemampuan teknis individu, tetapi juga pada bagaimana mahasiswa berkolaborasi dan mengembangkan kreativitasnya dalam lingkungan belajar yang mendukung.

Secara keseluruhan, hasil uji F membuktikan bahwa model penelitian kuat secara simultan, dan ketiga variabel merupakan determinan penting dalam meningkatkan inovasi produk otomotif mahasiswa.

## SIMPULAN

Penelitian yang dilaksanakan pada mahasiswa Prodi Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif Universitas Lancang Kuning (Unilak) menyimpulkan bahwa penguasaan teknologi kendaraan listrik, kolaborasi tim proyek, dan kreativitas mahasiswa berpengaruh signifikan terhadap inovasi produk otomotif. Kreativitas menjadi faktor paling dominan. Secara simultan, ketiga variabel memberikan kontribusi kuat, menunjukkan pentingnya kompetensi teknis, kreativitas, dan kerja kolaboratif dalam lingkungan pendidikan vokasional di Unilak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dessler, G. (2017). *Human Resource Management*. Pearson.
- Munandar, U. (2012). *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Rineka Cipta.
- Robbins, S.P., & Judge, T. (2017). *Organizational Behavior*. Pearson.
- Schumpeter, J.A. (1934). *Theory of Economic Development*. Harvard University Press.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society*. Harvard University Press.
- Aalbers, R., & Whelan, E. (2021).

- Implementing digitally enabled collaborative innovation: A case study of online and offline interaction in the German automotive industry. *Creativity and Innovation Management*, 30(2), 368–383. <https://doi.org/10.1111/CAIM.12437>
- Agostini, L., & Caviggioli, F. (2015). R&D collaboration in the automotive innovation environment: An analysis of co-patenting activities. *Management Decision*, 53(6), 1224–1246. <https://doi.org/10.1108/MD-06-2014-0407>
- Aripin, J., Regina, V., Putra, C. Y., & Faustine, S. (2025). PERAN HUKUM POSITIF INDONESIA PADA PENGGUNAAN ELECTRIC VEHICLE BERBASIS TEKNOLOGI HIJAU (GREEN TECHNOLOGY). *SIBATIK JOURNAL: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 4(9), 3047–3066. <https://doi.org/10.54443/SIBATIK.V4I9.3420>
- Ariyani, L., Aminullah, E., Hermawati, W., Febrianda, R., Rosadi, A. H. Y., & Dinaseviani, A. (2025). The global innovation system view for electric vehicles in Indonesia: Facilitating the transition to electric mobility in society. *Sustainable Futures*, 9, 100741. <https://doi.org/10.1016/J.SFTR.2025.100741>
- Audretsch, D. B., Belitski, M., Caiazza, R., & Phan, P. (2023). Collaboration strategies and SME innovation performance. *Journal of Business Research*, 164, 114018. <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2023.114018>
- Aziz, M., Marcellino, Y., Rizki, I. A., Ikhwanuddin, S. A., & Simatupang, J. W. (2020). STUDI ANALISIS PERKEMBANGAN TEKNOLOGI DAN DUKUNGAN PEMERINTAH INDONESIA TERKAIT MOBIL LISTRIK. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 45–55. <https://doi.org/10.24912/TESLA.V22>

- 11.7898
- Basri, A. Q., MD Yasir, A. S. H., Awang Zainal, A. Z., Peng, J., Mohamed, N. M. Z. N., Raji, M. N. A., Nelfiyanti, N., & Othman, M. A. (2025). A potential electric vehicle curriculum development argument in Malaysia based on database analysis: a review. *Cogent Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2453268>
- Chau, K. T., Chan, C. C., Niu, S., Liu, W., & Liu, T. (2025). Graduate Degree in Electric Vehicles—A Timely Programme for Modern Society. *World Electric Vehicle Journal* 2025, Vol. 16, Page 31, 16(1), 31. <https://doi.org/10.3390/WEVJ1601031>
- Chau, K. T., Liu, T., Liu, W., Niu, S., & Chan, C. C. (2025). Translation of Electric Vehicle Research into Education. *World Electric Vehicle Journal* 2025, Vol. 16, Page 327, 16(6), 327. <https://doi.org/10.3390/WEVJ16060327>
- Hardiyanta, R. A. P., Hermanto, H., Kurniawan, A., Purnawan, P., & Prakoso, I. E. (2024). Development of The Automotive Technology Vocational Education Curriculum Based on Current Needs of The Automotive Industry. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, 6(2), 39–48. <https://doi.org/10.21831/JPVO.V6I2>.
- Irawan, D., Kurniawan, C., Suhartadi, S., & Mindarta, E. K. (2025). Enhancing Vocational Students' Creativity via Virtual Project Based Automotive Paint Mixing in Teacher Professional Education Program (PPG) Partner School. *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 5(3), 1094–1105. <https://doi.org/10.51574/JRIP.V5I3.4000>
- Liu, H., Liu, Z., Lai, Y., & Li, L. (2021). Factors Influencing Collaborative Innovation Project Performance: The Case of China. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 7380, 13(13), 7380. <https://doi.org/10.3390/SU13137380>
- Nur, A. I., & Kurniawan, A. D. (2021). Proyeksi Masa Depan Kendaraan Listrik di Indonesia: Analisis Perspektif Regulasi dan Pengendalian Dampak Perubahan Iklim yang Berkelanjutan. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 7(2), 197–220. <https://doi.org/10.38011/JHLI.V7I2.260>
- Sutianah, C., Sobandi, B., Yamin, A. A., & Trang, P. D. K. (2024). Increasing creativity, production innovation and commercialization through the new teaching factory model based on life skills. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 14(2), 133–146. <https://doi.org/10.21831/JPV.V14I2.67400>
- Tangkudung, A. G. (2024). Jejak Sejarah Mobil Listrik di Indonesia: Perkembangan dan Tantangan. *Syntax Idea*, 6(9), 6087–6096. <https://doi.org/10.46799/SYNTAX-IDEA.V6I9.4487>
- Tell, J., & Hoveskog, M. (2022). Applied engineering education for soft skills in the context of sustainability and mobility. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(8), 324–336. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2022-0202>