

Literature Review: Peran Teknologi Internet of Things terhadap Peningkatan Kompetensi (Kognitif, Psikomotorik dan Afektif) pada Siswa Bidang Teknik Elektro

Ikbal Saputra, Ulfah Mediaty Arief

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,

Universitas Negeri Semarang

ikbalsaputra16@students.unnes.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.15294/bte.v1i.382>

QRCBN 62-6861-4195-455

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran teknologi *Internet Of Things* terhadap peningkatan kompetensi siswa pada ranah kognitif, psikomotorik dan afektif pada siswa SMK bidang teknik elektro. Metode yang digunakan adalah *Systematic Literature Review* (SLR), yang melibatkan identifikasi, evaluasi dan sintesis hasil penelitian terkait yang relevan. Proses *Systematic Literature Review* (SLR) dilakukan melalui pencarian sistematis pada *database* Google Scholar tahun 2020 - 2025, dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi *Internet of Things* secara signifikan berkontribusi dalam pembelajaran terutama pada praktik mikrokontroler yang pada ranah kognitif mampu melatih kemampuan dalam memproses informasi belajar dan memecahkan masalah. Siswa tidak lagi hanya menerima informasi secara pasif, melainkan siswa juga dituntut untuk bisa menganalisis data dan mengidentifikasi masalah dan merancang solusi logis melalui pemrograman. Dengan demikian, IoT berfungsi sebagai *platform* yang memungkinkan siswa untuk menerapkan pengetahuan teoritis ke dalam konteks nyata, yang pada gilirannya memperdalam pemahaman dan mengasah kemampuan berpikir tingkat tinggi. Pada ranah

psikomotorik terdapat peningkatan kompetensi pada saat melakukan praktikum. Penelitian-penelitian ini menunjukkan penguasaan keterampilan merakit, memprogram dan menguji coba perangkat. Keterampilan ini sangat relevan dengan kompetensi yang dibutuhkan industri. Pada ranah afektif, yang mencakup minat, motivasi dan sikap secara konsisten menunjukkan peningkatan melalui penerapan IoT. Dari hasil penelitian yang mengkaji peran IoT dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan kompetensi dan keahlian serta hasil belajar siswa. Artikel ini memberikan kontribusi penting dalam *literature* pendidikan dengan menunjukkan bahwa peran IoT terhadap peningkatan kompetensi siswa teknik elektro memberikan dampak positif dalam ranah kognitif, psikomotorik keterampilan dan kompetensi siswa.

Kata Kunci: teknologi, *Internet of Things*, kompetensi, kognitif, psikomotorik, afektif, siswa

PENDAHULUAN

Era Revolusi Industri 4.0 membawa perubahan besar dalam dunia kerja dan mempengaruhi berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan. Kemajuan teknologi dan digitalisasi menjadi kunci utama dalam Revolusi Industri 4.0, dan hal ini mempengaruhi bagaimana siswa belajar dan mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan di masa depan. Salah satu cara untuk membantu siswa beradaptasi dengan Revolusi Industri 4.0 adalah dengan memanfaatkan teknologi dalam pembelajaran. Teknologi dalam pendidikan bukan hanya memberikan keuntungan bagi siswa, tetapi juga bagi guru dan institusi pendidikan secara keseluruhan. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran dapat meningkatkan efisiensi, efektivitas dan kualitas pembelajaran (Alimuddin et al., 2023) dalam (Dito & Pujiastuti, 2021).

Integrasi teknologi digital seperti IoT dalam dunia pendidikan menjadi langkah strategis untuk menjembatani kesenjangan antara perkembangan teknologi industri dan proses pembelajaran di sekolah. Dengan kemampuan IoT

dalam mengotomatisasi proses, memantau kondisi secara *real-time* dan mengelola data secara efisien, teknologi ini dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran interaktif yang relevan dengan kebutuhan abad ke-21. Hal ini membuka peluang bagi institusi pendidikan, khususnya SMK, untuk menciptakan lingkungan belajar yang lebih kontekstual, adaptif dan sesuai dengan dinamika industri *modern*. Pernyataan tersebut juga didukung oleh (Akbar et al., 2024) Integrasi IoT dalam pendidikan multimedia SMK Setia Bhakti mempersiapkan siswa dengan keterampilan yang relevan dengan tuntutan industri, sekolah juga dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih dinamis dalam pengenalan perkembangan teknologi.

Dalam konteks pendidikan vokasi seperti SMK, kebutuhan terhadap lulusan yang memiliki keterampilan sesuai dengan tuntutan industri menjadi semakin penting. Pendidikan vokasi harus menyesuaikan kurikulumnya dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan dunia kerja agar mampu menghasilkan lulusan yang kompeten dan siap pakai. Oleh karena itu, integrasi IoT dalam pembelajaran Teknik Elektro di SMK menjadi sebuah keniscayaan untuk menjawab tantangan tersebut.

Pentingnya penyesuaian pendidikan vokasi dengan perkembangan teknologi menuntut adanya inovasi dalam proses pembelajaran, terutama pada bidang-bidang yang erat kaitannya dengan kemajuan industri, seperti Teknik Elektro. Salah satu bentuk inovasi tersebut adalah penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) sebagai sarana pembelajaran yang tidak hanya memperkaya materi, tetapi juga memperkuat keterampilan praktis siswa. Dengan mengintegrasikan IoT ke dalam kurikulum, pembelajaran di SMK dapat lebih mencerminkan kondisi dunia kerja yang sesungguhnya, sehingga siswa mampu menguasai teknologi yang sedang berkembang dan dibutuhkan oleh industri.

Secara khusus, IoT dapat diterapkan dalam berbagai aktivitas pembelajaran praktik di jurusan Teknik Elektro, seperti: monitoring sistem listrik, kontrol perangkat otomatis dan pengembangan proyek mikrokontroler. Penerapan IoT mendorong pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*) yang terbukti dapat meningkatkan kreativitas,

pemahaman konsep dan keterampilan teknis siswa (Rizky Nova Wardani et al., 2025). Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Habibi & Buditjahjanto, 2024) kompetensi kognitif dan psikomotorik siswa mengalami kenaikan.

Meskipun penelitian-penelitian sebelumnya telah memberikan bukti awal mengenai manfaat IoT dalam pendidikan kejuruan, terdapat beberapa kesenjangan yang signifikan. Mayoritas penelitian cenderung berfokus pada salah satu atau dua ranah kompetensi saja, paling sering adalah kognitif dan psikomotorik. Belum ada tinjauan literatur sistematis yang secara komprehensif menganalisis peran IoT terhadap peningkatan kompetensi siswa pada ketiga ranah kompetensi (kognitif, psikomotorik dan afektif) secara simultan dan terintegrasi pada siswa SMK Teknik Elektro.

Peneliti mengkaji dari berbagai sumber literatur melalui *Systematic Literature Review*. Melalui penelitian ini, peneliti ingin mengetahui bagaimana peran dari teknologi *Internet of Things* terhadap peningkatan kompetensi siswa SMK teknik elektro berdasarkan hasil review artikel, dan apakah penerapan teknologi *Internet of Things* dapat mengembangkan kompetensi siswa SMK teknik elektro.

METODE

Metode penelitian yang digunakan peneliti adalah *Systematic Literature Review* (SLR). *Systematic Literature Review* (SLR) merupakan pendekatan yang terstruktur dan terstandar dalam mengumpulkan, mengevaluasi dan mensintesis hasil-hasil penelitian sebelumnya. Pendekatan ini memungkinkan penyajian hasil penelitian yang terpercaya, relevan dan berbasis bukti, sehingga mampu memberikan gambaran menyeluruh yang mendalam sesuai dengan tujuan penelitian (Wahono, 2015).

Tahapan secara rinci langkah SLR adalah:

1. *Develop Research Question* (mengembangkan pertanyaan penelitian), pada tahap ini yang dikembangkan adalah RQI: Bagaimana dampak integrasi IoT terhadap ketiga ranah kompetensi (kognitif, psikomotorik dan afektif).
2. *Construct Selection Criteria* (menentukan kriteria yang dipilih/inklusi).

Kriteria yang dipilih/inklusi merupakan batasan yang digunakan dalam mencari dan menentukan artikel yang menjadi rujukan dalam penelitian. Kriteria inklusi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Artikel dipublikasikan dalam rentang 2020–2025.
 - 2) Penelitian berfokus siswa teknik elektro/elektronika/teknik instalasi tenaga listrik SMK atau sekolah menengah kejuruan setara.
 - 3) Jenis publikasi artikel ilmiah dan prosiding.
 - 4) Artikel ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris.
 - 5) Tersedia akses *full-text*.
 - 6) Artikel yang sesuai dengan topik penelitian dengan menggunakan *keywords* sebagai kata kunci pencarian. Adapun *keywords* yang digunakan adalah *Internet of Things*, kompetensi siswa, SMK teknik elektro, *Effect of Technology on Learning* dan *Skills Oriented Learning*.
 - 7) Studi yang secara eksplisit membahas implementasi IoT untuk pembelajaran dan dampaknya pada kompetensi (kognitif, psikomotorik dan afektif) di bidang teknik elektro.
3. *Develop Search Strategy* (mengembangkan strategi pencarian).

Pencarian literatur dilakukan pada beberapa basis data digital seperti: *google scholar*, *publish or perish* dan *scopus*.

4. *Select Studies Using Selection Criteria* (memilih studi menggunakan kriteria yang dipilih/inklusi).
5. *Assess the quality of studies* (menilai kualitas studi).

Pada tahapan ini peneliti melakukan *extraction* dan penilaian terhadap kualitas artikel. Artikel diperiksa *full text* dengan memperhatikan inklusi. Adapun artikel yang dipilih adalah artikel yang tidak dibatasi oleh peningkatan serta *open access*. Dari setiap artikel rujukan diberikan pilihan jawaban. Setelah itu dilakukan penelitian lebih lanjut, terdapat sejumlah artikel yang tidak tersekrining dengan baik sebelumnya, sehingga artikel tersebut harus dikeluarkan.

Adapun alasan artikel tersebut dikeluarkan karena:

- a) Artikel yang dipublikasikan sebelum tahun 2020.
- b) Bukan artikel (misalnya: makalah, buku, laporan).
- c) Bahasa selain Indonesia dan Inggris.

- d) Penelitian yang dilakukan pada tingkat universitas atau sekolah dasar/menengah pertama.
 - e) Studi hanya membahas IoT secara teoritis tanpa konteks pendidikan, atau studi pendidikan tanpa kaitan teknik elektro.
6. *Synthesis Result Of Research Question* (mensintesis pertanyaan penelitian) pada tahap sintesis ini, peneliti mengintegrasikan informasi hasil penemuan untuk menjawab pertanyaan penelitian.
7. *Report finding* (laporan temuan).
- Tahapan ini merupakan tahapan terakhir yang dilakukan dalam proses penelitian SLR yaitu membuat laporan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari hasil penelitian ini adalah untuk mengetahui 1) bagaimana peran teknologi *Internet of Things* terhadap peningkatan kompetensi siswa teknik elektro; dan 2) apakah penerapan teknologi *Internet of Things* dapat mengembangkan dan meningkatkan kompetensi siswa teknik elektro.

Berdasarkan penilaian kualitas studi ditemukan sejumlah artikel mengenai *Internet of Things* terhadap peningkatan kompetensi siswa teknik elektro pada jenjang Sekolah Menengah Kejuruan pada rentang tahun 2020-2025. Berikut adalah hasil sintesis ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil *Systematic Literature Review*

No	Penulis	Judul	Metodelogi	Fokus Penerapan IoT	Temuan Utama Terkait Kompetensi

1	Maryanti & Rusima mto (2021).	Pengembangan <i>Smart Relay Zelio</i> Berbasis <i>Internet Of Things</i> untuk Mengatkan Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik di SMK Negeri 3 Surabaya.	<i>Research and Development</i>	Penerapan IoT sebagai media pembelajaran.	Tingkat keefektifan diperoleh dari capaian hasil belajar siswa pada ranah kognitif, yang ditunjukkan oleh rata-rata nilai <i>pretest</i> sebesar 59,69 dan rata-rata <i>posttest</i> sebesar 76,25, dengan <i>gain score</i> rata-rata sebesar 0,40. Untuk ranah psikomotor, rata-rata hasil belajar siswa mencapai 90,54, sementara pada ranah afektif diperoleh rata-rata sebesar 88,20. Jika ketiga hasil belajar tersebut dijumlahkan, diperoleh
---	-------------------------------	--	---------------------------------	---	--

					nilai rata-rata keseluruhan sebesar 84,99.
--	--	--	--	--	--

2	Joko et al. (2023).	<i>Implementation of IoT-Based Human Machine Interface Learning Media and Problem-Based Learning to Increase Students' Abilities, Skills, and Innovative Behaviors of Industry 4.0 and Society 5.0.</i>	<i>Research and Development.</i>	Penerapan IoT sebagai media pembelajaran berbasis HMI dan PBL.	Terdapat peningkatan dan perbedaan yang signifikan dalam kemampuan, perilaku inovatif individu dan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah pengendalian motor listrik sebelum dan setelah diajarkan dengan PBL menggunakan IoT-B-HMI-LM Trainer Kit. Pembelajaran dengan model PBL menggunakan IoT-B-HMI-LM dalam Trainer Kit dapat meningkatkan kemampuan
---	---------------------	---	----------------------------------	--	---

					siswa, perilaku inovatif, dan keterampilan dalam EI 4.0 - ES 5.0. Temuan ini memiliki implikasi bagi inovasi pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan, perilaku kreatif dan keterampilan siswa. Di masa depan, guru dapat mempertimbangkan temuan ini dalam upaya meningkatkan kompetensi siswa dalam Industri 4.0 dan Masyarakat 5.0.
3	Pangestu et al. (2023).	Pengembangan Trainee r	<i>Research and Developmen t (R&D)</i>	Penerapan <i>trainer</i> sebagai media pembelajaran	Efektivitas media pembelajaran <i>trainer</i> dapat dilihat dari

		Instala si Pener angan Listrik 3 Fasa Berba sis <i>Intern et Of Thing s</i> (IOT) untuk Siswa SMK Kelas XI TITL Di SMK Neger i 3 Surab aya		an.	hasil belajar siswa dan jalannya proses pembelajaran . Berdasarkan hasil uji-t, diperoleh nilai signifikansi (2-tailed) sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa media tersebut sangat efektif.
4	Harimur ti et al. (2021)	Penge mban gan Media <i>Trainee r Ardui no Uno</i> Berba sis IoT sebag ai Media	<i>Research and Developmen t (R&D).</i>	<i>Trainer Arduino</i> berbasis IoT sebagai media pembelajar an.	Penggunaan <i>trainer</i> membuat siswa lebih termotivasi dalam belajar dan meningkatka n ketertarikan mereka terhadap proses pembelajaran

		Pembelajaran pada Mata Pelajaran Sistem Pengeondali Elektronik Di SMK 1 Jetis.			. Berdasarkan hasil angket respon siswa, diperoleh persentase sebesar 90,70% pada aspek tampilan, 84,30% pada aspek kemudahan penggunaan, serta 87,52% pada aspek isi materi.
5	Prasodo et al. (2022)	Penge mbangan Trainee r Penge ndali Motor Listrik 3 Fasa Meng gunakan Node MCU ESP3 2 denga n Interf ace Aplik	<i>Research and Developmen t (R&D).</i>	<i>Trainer</i> sebagai media pembelajaran	Media pembelajaran <i>trainer</i> memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar peserta didik kelas XI TITL 2 pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik. Hasil analisis data menunjukkan bahwa rata-rata nilai <i>posttest</i> setelah

		asi <i>Blynk</i> sebag ai Siste m Monit oring Arah Putara n Motor di kelas XI TITL 2 SMK N 1 Sidoar jo.			mengguna kan media <i>trainer</i> adalah 85,00, sedangkan rata-rata nilai <i>pretest</i> sebelum penggunaann ya adalah 65,00. Karena rata- rata nilai <i>posttest</i> lebih tinggi dibandingka n <i>pretest</i> , maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan media pembelajaran <i>trainer</i> meningkatka n hasil belajar peserta didik dalam proses pembelajaran di kelas XI TITL 2 SMK Negeri 1 Sidoarjo.
6	Rio Kudriya nto et al. (2025).	<i>Devel opmen t of IoT- Based</i>	<i>Research and Developmen t (R&D).</i>	Penerapan modul ajar instalasi penerangan berbasis	Selain itu, capaian belajar peserta didik pada ranah

		<i>Automation Modules to Improve Learning Outcomes in Electrical Installation at SMK Sidoarjo.</i>		IoT.	kognitif, afektif, dan psikomotor mengalami peningkatan yang signifikan. Temuan dalam penelitian ini menekankan pentingnya penggunaan bahan ajar yang inovatif sebagai upaya untuk meningkatkan hasil belajar dalam konteks pendidikan vokasi.
7	Ahyadi et al. (2024).	Pelatihan Dasar IoT Untuk Siswa SMK 2 Banjarbaru.	Pelatihan.	Pelatihan dasar IoT kepada siswa.	Selain itu, pelatihan ini juga memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan keterampilan praktis siswa, yang berperan penting sebagai bekal untuk terjun ke dunia

					industri maupun memulai usaha secara mandiri.
8	Budihartono et al. (2023).	Pengenalan dan Pelatihan Kenda <i>Robot Remote Control</i> Berbasis Mikrokontroler pada Siswa SMK.	Pelatihan.	Pengenalan dan implementasi kendali <i>robot remote control</i> berbasis mikrokontroler.	Peserta mampu memahami perkembangan teknologi, khususnya dalam penerapan teknologi IoT, yang ditunjukkan dengan hasil <i>posttest</i> di mana 98% siswa memahami materi selama <i>workshop</i> penguasaan teknologi IoT berbasis mikrokontroler. Selain itu, peserta juga memperoleh pemahaman terkait penggunaan teknologi kendali robot berbasis mikrokontroler dengan

					sistem <i>remote control</i> . Antusiasme peserta sangat tinggi dalam mengikuti kegiatan <i>workshop</i> yang berfokus pada pengenalan dan implementasi kendali <i>robot remote control</i> berbasis mikrokontrol er.
9	Ma'shu mah et al. (2024).	Pelati han peman faatan teknol ogi IoT (<i>Inter net of Thing s</i>) pada kendal i lampu cerdas untuk	Pelatihan.	Pemanfaata n Teknologi <i>Internet of Things</i> untuk meningkatk an aspek kompetensi siswa SMK Miftahul Ulum Desa Melirang.	Selain menambah wawasan, pelatihan ini juga meningkatkan keterampilan yang secara langsung dapat diterapkan untuk memperbaiki <i>soft skill</i> peserta. Pemahaman peserta diperoleh

		meningkatkan aspek kompetensi siswa di SMK Miftahul Ulum Desa Melirang.			melalui kegiatan diskusi dan sesi tanya jawab yang berlangsung selama proses pelatihan.
10	Niam et al. (2024).	Pelatihan Mikrokontroler untuk Mengatkan Kompetensi Siswa SMK Negeri 3 Kota Tegal.	Pelatihan.	Pelatihan untuk meningkatkan kompetensi siswa khususnya tentang mikrokontroler.	Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) berupa pelatihan mikrokontroler di SMK Negeri 3 Kota Tegal menghasilkan beberapa kesimpulan: 1) siswa SMK Negeri 3 Kota Tegal memperoleh pemahaman mengenai mikrokontroler; 2) mereka mampu merakit

					perangkat untuk mengendalikan lampu melalui <i>smartphone</i> atau komputer; dan 3) siswa juga dapat memprogram aplikasi untuk mengoperasikan lampu menggunakan perangkat tersebut.
11	Habibi & Budijahjanto (2024).	<i>Impact of Training Kit-Based Internet of Things to Learn Microcontroller Viewed in Cognitive Domain.</i>	Pelatihan.	Training <i>Kit-Based Internet of Things to Learn Microcontroller.</i>	Hasil belajar kognitif pada kelas eksperimen menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol, sehingga media pembelajaran berupa kit pelatihan mikrokontroler IoT terbukti lebih efektif untuk pembelajaran teknik

					pemrograman mikrokontroler dan mikroprosesor.
--	--	--	--	--	---

Pada Ranah Kognitif

Berdasarkan penelitian studi literatur yang di analisis peran IoT dalam meningkatkan kompetensi siswa. Temuan ini tidak hanya terbatas pada peningkatan pengetahuan dan pemahaman konsep dasar IoT (Rizky Nova Wardani et al., 2025) tetapi juga melatih kemampuan dalam memproses informasi belajar dan memecahkan masalah. Siswa tidak lagi hanya menerima informasi-informasi secara pasif, melainkan siswa juga dituntut untuk bisa menganalisis data dan mengidentifikasi masalah dan merancang solusi logis melalui pemrograman. Dengan demikian, IoT berfungsi sebagai *platform* yang memungkinkan siswa untuk menerapkan pengetahuan teoritis ke dalam konteks nyata, yang pada gilirannya memperdalam pemahaman dan mengasah kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Pada Ranah Psikomotorik

Ranah psikomotorik, yang merupakan inti dari pendidikan kejuruan, mendapatkan manfaat paling nyata dari implementasi IoT. Penggunaan media seperti *trainer* terbukti efektif untuk meningkatkan keterampilan praktik siswa (Rizky Nova Wardani et al., 2025). Rio Kudriyanto et al. (2025) dalam penelitiannya terdapat peningkatan kompetensi pada saat melakukan praktikum. Penelitian-penelitian ini menunjukkan penguasaan keterampilan merakit, memprogram dan menguji coba perangkat. Keterampilan ini sangat relevan dengan kompetensi yang dibutuhkan industri.

Pada Ranah Afektif

Ranah afektif, yang mencakup minat, motivasi dan sikap

secara konsisten menunjukkan peningkatan melalui penerapan IoT. Studi oleh Harimurti et al. (2021) menunjukkan bahwa siswa lebih tertarik dengan pembelajaran *trainer*, siswa termotivasi untuk belajar menggunakan *trainer* dan antusias dalam mengikuti pembelajaran.

PENUTUP

Dari hasil penelitian yang mengkaji peran IoT dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan kompetensi dan keahlian serta hasil belajar siswa. Artikel ini memberikan kontribusi penting dalam literatur pendidikan dengan menunjukkan bahwa peran IoT terhadap peningkatan kompetensi siswa teknik elektro memberikan dampak positif dalam ranah kognitif, psikomotorik keterampilan dan kompetensi siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyadi, Z., Noor, I., Yuliani, H., & Banjarmasin, P. N. (2024). *Pelatihan Dasar IoT untuk Siswa SMKN 2 Banjarbaru*. 6 (2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.31961/impact.v6i2.14455>
- Akbar, J., Febryadi Nithanel Dethan, J., Arijanto, R., Daniawan, B., & Leo, A. (2024). Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Pelatihan Siswa Multimedia SMK Setia Bhakti Implementation of Internet of Things (IoT) in Training Multimedia Student SMK Setia Bhakti. *Jurnal Abdimas Berdaya : Jurnal Pembelajaran, Pemberdayaan Dan Pengabdian Masyarakat*, 7 (1), 55–62.
<https://pemas.unisla.ac.id/index.php/JAB/index>
- Alimuddin, A., Niaga Siman Juntak, J., Ayu Erni Jusnita, R., Murniawaty, I., & Yunita Wono, H. (2023). Teknologi Dalam Pendidikan : Membantu Siswa Beradaptasi Dengan Revolusi Industri 4.0. *Journal on Education*, 05 (04), 36–38.
<https://jonedu.org/index.php/joe/article/view/2135>
- Budihartono, E., Khakim, L., & Sutanto, A. (2023). *Pengenalan dan Pelatihan Kendali Robot Remote Control Berbasis Mikrokontroler pada Siswa SMK*. 7 (5), 4762–4770.

- <https://doi.org/10.31764/jmm.v7i5.17258>
- Dito, S. B., & Pujiastuti, H. (2021). Dampak Revolusi Industri 4.0 Pada Sektor Pendidikan: Kajian Literatur Mengenai Digital Learning Pada Pendidikan Dasar dan Menengah. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 4 (2), 59–65. <https://doi.org/10.24246/juses.v4i2p59-65>
- Habibi, M. W., & Buditjahjanto, I. G. P. A. (2024). Impact of Training Kit-Based Internet of Things to Learn Microcontroller Viewed in Cognitive Domain. *TEM Journal*, 13 (2), 1157–1166. <https://doi.org/10.18421/TEM132-30>
- Harimurti, R., Santosa, A. B., Kholis, N., & Ifani, L. N. (2021). *Pengembangan Media Trainer Arduino Uno Berbasis IoT sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Sistem Pengendali Elektronik di SMKN 1 Jetis*. 10 (3), 357–365. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jpte.v10n03.p357-365>
- Joko, J., Putra, A. A. P., & Isnawan, B. H. (2023). Implementation of IoT-Based Human Machine Interface-Learning Media and Problem-Based Learning to Increase Students' Abilities, Skills, and Innovative Behaviors of Industry 4.0 and Society 5.0. *TEM Journal*, 12 (1), 200–207. <https://doi.org/10.18421/TEM121-26>
- Maryanti, A. R., & Rusimamto, P. W. (2021). *Pengembangan Trainer Smart Relay Zelio Berbasis Internet of Things untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik di SMK Negeri 3 Surabaya*. 10 (2), 81–92. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jpte.v10n02.p81-92>
- Ma'shumah, S., Pramartaningthyas, K., Hariyadi, M., & Afiyat, N. (2024). *Pelatihan pemanfaatan teknologi IoT (Internet of Things) pada kendali lampu cerdas untuk meningkatkan aspek kompetensi siswa di SMK Miftahul Ulum desa Melirang*. 8 (2). <https://doi.org/https://doi.org/10.31764/jpmb.v8i2.23648>
- Niam, B., Sabara, M. A., & Wikaningtyas, R. (2024). Pelatihan Mikrokontroler Untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa SMK Negeri 3 Kota Tegal. *SWARNA: Jurnal Pengabdian*

- Kepada Masyarakat, 3 (2), 175–180.
<https://doi.org/10.55681/swarna.v3i2.1185>
- Pangestu, A. A., Jurusan, J., Elektro, T., Teknik, F., Elektro, J. T., & Rijanto, T. (2023). *Pengembangan Trainer Instalasi Penerangan Listrik 3 Fasa Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Siswa SMK Kelas XI Titl di SMK Negeri 3 Surabaya.* 12 (1), 69–77.
<https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jpte.v12n01.p69-77>
- Prasojo, D. E., Jurusan, J., Elektro, T., Teknik, F., & Fransisca, Y. (2022). *Pengembangan Trainer Pengendali Motor Listrik 3 Fasa Menggunakan Nodemcu Esp32 dengan Interface Aplikasi Blynk Sebagai Sistem Monitoring Arah Putaran Motor di Kelas Xi Titl 2 SMKN 1 Sidoarjo.* 11 (1), 23–33.
<https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jpte.v11n01.p23-33>
- Rio Kudriyanto, M., Haryudo, S. I., Achmad, F., & Fransisca, Y. (2025). *Development of IoT-Based Automation Modules to Improve Learning Outcomes in Electrical Installation at SMK Sidoarjo.* 12 (1), 129–138.
<https://doi.org/10.21093/twt.v12i1.9077>
- Rizky Nova Wardani, K., Fitriani, E., Restu Mukti, A., Kumroni Makmuri, M., Ariyadi, T., & Bina Darma Palembang, U. (2025). *Edukasi Internet of Things (IoT) Sebagai Upaya Pengenalan Teknologi Digital Pada Siswa SMK.* 3 (3), 1143–1153.
<https://doi.org/https://doi.org/10.59837/jpmba.v3i3.2366>
- Wahono, R. S. (2015). A Systematic Literature Review of Software Defect Prediction: Research Trends, Datasets, Methods and Frameworks. *Journal of Software Engineering*, 1 (1). <http://journal.ilmukomputer.org>