

Pembelajaran Perawatan dan Pemanfaatan Limbah Baterai pada Unit Alat Berat Berbasis *Project-Based Learning* dengan Aplikasi Interaktif

Hafidz Nurrokhim^{1*)}, Andri Rahadiansyah²⁾

¹⁾SMK Negeri 1 Penajam Paser Utara

Jl. Negara KM.43 Desa Bukit Raya Kec. Sepaku Kab. Penajam Paser Utara

²⁾Yayasan Pendidikan Astra – Michael D. Ruslim

Jl. Gaya Motor, No 8, Sunter, Tanjung Priok, Jakarta Utara

*Email: hafidz_becks@yahoo.com

Riwayat artikel:

Diterima: 31 Okt. 2024	Direvisi: 20 Nov 2024	Dipublikasikan: 15 Des 2024
---------------------------	--------------------------	--------------------------------

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan inovasi pembelajaran tentang perawatan dan pemanfaatan limbah baterai *Project-Based Learning* (PjBL) yang dilakukan guru dan implementasinya di kelas dalam upaya mengefektifkan pembelajaran dan mengatasi kesenjangan yang ada dengan cara yang lebih aplikatif dan inovatif. Pengguna alat berat sering kali tidak menyadari penurunan kualitas baterai hingga mencapai tegangan di bawah 10,5 volt, yang berdampak pada berkurangnya usia baterai dan berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan karena baterai merupakan limbah berbahaya (B3). Dalam pembelajaran teori, dikembangkan aplikasi interaktif untuk meningkatkan motivasi siswa; sedangkan pada pembelajaran praktik, siswa bersama guru membuat alat monitoring tegangan baterai berbasis *microcontroller NodeMCU ESP8266* dan sensor tegangan DC, yang memungkinkan pemantauan *real-time* melalui *smartphone*. Selain itu, limbah baterai dimanfaatkan menjadi produk bernilai jual seperti *metal jig* dan bandul timah pancing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini efektif dalam meningkatkan kreativitas dan pemahaman siswa terhadap materi perawatan baterai sekaligus memberikan solusi dalam pengelolaan limbah B3.

Kata kunci: aplikasi, baterai, limbah, Nodemcu, perawatan

Pendahuluan

Baterai merupakan komponen penting yang berperan vital dalam kendaraan, terutama untuk menyimpan dan menyuplai energi listrik ke sistem *starter*. Baterai bertindak sebagai sumber energi listrik pada sistem kelistrikan alat berat. Fungsinya adalah memutar motor *starter* dan menyalurkan arus listrik ke seluruh sistem kelistrikan kendaraan [1]. Secara umum, baterai bekerja dengan mengonversi energi kimia menjadi energi listrik yang tersimpan. Tegangan normal baterai ketika mesin kendaraan mati berkisar pada 12 volt, sedangkan ketika mesin

menyala, tegangan tersebut meningkat menjadi 13-14 *volt*. Untuk menjaga performa baterai agar tetap optimal dan memperpanjang umur pemakaiannya, perawatan berkala sangat diperlukan. Perawatan yang rutin ini juga dapat mencegah kekurangan cairan baterai serta menghindari terbentuknya karat atau korosi pada terminal baterai.

Seiring pesatnya perkembangan teknologi di industri otomotif, Indonesia sedang mengalami transisi dari kendaraan bermesin pembakaran internal menuju teknologi elektrifikasi, yang dikenal dengan kendaraan listrik. Dalam teknologi ini, baterai berperan sebagai komponen kunci dan sumber tenaga utama. Di Kabupaten Penajam Paser Utara, yang kini menjadi bagian dari Ibu Kota Nusantara (IKN), penerapan kendaraan listrik telah direncanakan. Berdasarkan berita dari Antaranews, Menteri Perhubungan Budi Karya Sumadi menyatakan bahwa transportasi massal berbasis listrik di IKN akan mulai beroperasi pada Agustus 2024 [5]. Otorita Ibu Kota Nusantara (OIKN) merencanakan penggunaan bus listrik untuk transportasi massal, termasuk kereta otonom tanpa rel atau *Autonomous-rail Rapid Transit (ART)*. Peningkatan penggunaan kendaraan listrik ini akan menyebabkan lonjakan permintaan baterai, sehingga limbah baterai bekas pun diprediksi akan semakin banyak dan memerlukan pengelolaan yang tepat. Oleh sebab itu, pembelajaran tentang baterai perlu ditingkatkan, khususnya di SMK, supaya dapat menjawab kebutuhan lapangan tersebut.

Sehubungan dengan hal itu, di kelas XI Teknik Alat Berat, atau pada Fase F dalam Kurikulum Merdeka untuk mata pelajaran konsentrasi keahlian Elemen Kelistrikan Alat Berat [6], siswa mempelajari materi perawatan baterai. Tujuan pembelajaran teori adalah siswa dapat memahami nama, fungsi, lokasi, struktur, dan prinsip kerja baterai; sedangkan tujuan pembelajaran praktik adalah siswa dapat melakukan perawatan baterai sesuai dengan *Standard Operating Procedure (SOP)*. Namun, dalam pembelajaran teori, banyak pendidik masih menggunakan metode ceramah tanpa media digital, sehingga siswa kesulitan menangkap materi dan kurang bersemangat dalam belajar. Di sisi lain, pada pembelajaran praktik, banyak pendidik yang belum menerapkan metode *Project-Based Learning (PjBL)* dan mengakibatkan siswa kurang kreatif dan inovatif. Secara khusus, dalam perawatan baterai, siswa masih menghadapi kesulitan dalam menggunakan alat ukur *multitester* untuk memeriksa tegangan baterai di unit alat berat. Proses pemeriksaan seringkali memerlukan pelepasan tempat baterai karena lokasi baterai yang sulit dijangkau. Jika tegangan baterai menunjukkan kerusakan, baterai seringkali dibuang sembarangan, padahal baterai termasuk bahan berbahaya dan beracun (B3) yang dapat merusak lingkungan.

Dari latar belakang tersebut, terdapat kesenjangan antara kondisi saat ini dalam pembelajaran perawatan baterai pada unit alat berat dan kondisi yang diinginkan. Saat ini, pembelajaran teori masih mengandalkan metode ceramah

tanpa media digital, yang mengakibatkan siswa kesulitan memahami materi dan kurang bersemangat. Selain itu, metode pembelajaran praktik yang diterapkan belum mengoptimalkan kreativitas dan inovasi siswa. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian dilakukan untuk (1) mengembangkan aplikasi pembelajaran interaktif yang dapat diakses oleh siswa tanpa perlu *login* dan tanpa memerlukan jaringan internet supaya dapat meningkatkan pemahaman siswa mengenai perawatan baterai secara teori; serta (2) menerapkan metode PjBL dalam pembelajaran praktik supaya siswa dapat merancang alat inovatif untuk memonitor tegangan baterai secara *real-time* melalui *smartphone*; (3) mengajarkan siswa untuk memanfaatkan limbah baterai bekas sehingga dapat mengurangi dampak limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Pada akhirnya penelitian mendeskripsikan inovasi pembelajaran yang dilakukan guru dan implementasinya di kelas dalam upaya mengefektifkan pembelajaran dan mengatasi kesenjangan yang ada dengan cara yang lebih aplikatif dan inovatif.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif. Pembelajaran di kelas menggunakan metode *Project-Based Learning (PjBL)* [2] dengan pendekatan eksperimen supaya siswa dapat memahami perawatan baterai, membuat alat *monitoring* tegangan baterai, serta memanfaatkan limbah baterai pada unit alat berat. Pembelajaran dilakukan di kelas XI Teknik Alat Berat SMK Negeri 1 Penajam Paser Utara. Sebelum pembelajaran dimulai, guru mempersiapkan alat dan bahan yang mendukung pembelajaran teori dan praktik. Untuk pembelajaran teori, guru membuat aplikasi pembelajaran interaktif tentang perawatan baterai. Untuk pembelajaran praktik, guru membuat menyiapkan komponen dan peralatan untuk membuat alat *monitoring* kondisi tegangan baterai dan produk dari limbah baterai. Kemudian pembelajaran diimplementasikan menggunakan metode PjBL.

Hasil dan Pembahasan

Implementasi dan pengambilan data dilakukan dalam implementasi pembelajaran di kelas dengan rincian:

A. Media Pembelajaran

Alat dan Bahan

1. Aplikasi pembelajaran interaktif

a. Aplikasi perawatan baterai

Aplikasi ini dirancang untuk mempermudah siswa belajar tentang perawatan baterai [6, 7, 8, 9, 10]. Aplikasi seperti pada Gambar 1 ini dikirim ke siswa melalui *link* https://bit.ly/AplikasiPerawatanBaterai_Hafidz.



Gambar 1 Aplikasi perawatan baterai

b. *Smartphone*

Smartphone adalah telepon cerdas yang memiliki kemampuan seperti komputer. Pada inovasi pembelajaran ini *smartphone* digunakan untuk menjalankan aplikasi pembelajaran interaktif.

2. Sistem *monitoring* tegangan baterai
 - a. Komponen *hardware* yang terdiri dari *Microcontroller NodeMCU ESP8266* dan sensor tegangan DC.
 - b. Komponen *software* yang terdiri dari *Windows 10*, *Arduino IDE*, dan aplikasi *Blynk*.
3. Peralatan untuk membuat produk dari limbah baterai
 - a. Baterai bekas
 - b. Gergaji
 - c. *Plier*
 - d. Kompor
 - e. Cetakan
 - f. Penampung limbah B3 dan *absorbant pad*

4. Alur kerja aplikasi pembelajaran interaktif

Aplikasi pembelajaran interaktif ini berisi tentang materi, permainan, dan evaluasi pembelajaran perawatan baterai dengan kombinasi teks, gambar, suara, video, animasi, simulasi secara terpadu dan sinergis. *Link* aplikasi ini dikirim ke siswa. Setelah mendapatkan *link*, siswa mengunduh aplikasi ini. Tanpa harus *login* terlebih dahulu siswa bisa langsung menjalankan aplikasi ini, sehingga siswa dapat terlibat secara aktif dalam proses belajar mengajar dan lebih tertarik pada materi pelajaran.



Gambar 2 Diagram alur kerja aplikasi pembelajaran interaktif

Aplikasi pembelajaran interaktif perawatan baterai ini terdiri dari tiga (3) menu, yaitu:

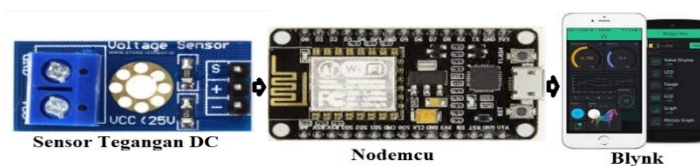
- a. Menu materi yang berisi cara kerja baterai, komponen baterai, dan perawatan baterai.
 - b. Menu permainan yang berisi kuis atau *game* Teka Teki Silang (TTS) tentang baterai dan terbagi dalam 3 (tiga) level yaitu mudah, sedang, dan susah.
 - c. Menu evaluasi yang berisi soal tentang perawatan baterai.
5. Alur kerja pembuatan sistem *monitoring* kondisi tegangan baterai

Diagram alur kerja sistem *monitoring* kondisi tegangan baterai dapat dilihat pada Gambar 3. Pada gambar tersebut diperlihatkan bahwa kondisi tegangan baterai akan dideteksi oleh sensor tegangan DC, kemudian data dari sensor akan diproses oleh *microcontroller NodeMCU ESP8266* yang nantinya dari hasil proses *NodeMCU ESP8266* akan dikirim ke aplikasi *blynk* yang ada di *smartphone* melalui internet, sehingga kondisi tegangan baterai dapat di-*monitoring* secara *real-time* saat *engine* mati ataupun saat sudah hidup.



Gambar 3 Diagram alur kerja sistem monitoring kondisi tegangan baterai

Skema sistem *monitoring* kondisi tegangan baterai pada unit alat berat dapat dilihat pada Gambar 4. Dari skema ini dapat diketahui bahwa konfigurasi dari sistem *monitoring* kondisi tegangan baterai pada unit alat berat ini terdiri dari *input*, proses, dan *output*. Dari sisi masukan (*input*) ada sensor tegangan DC untuk mendeteksi tegangan batera dan untuk memproses data menggunakan *microcontroller NodeMCU ESP8266*, sedangkan dari sisi keluaran (*output*) ada data *real-time* yang dikirim oleh *NodeMCU ESP8266* ke aplikasi *blynk* di *smartphone* sehingga data tegangan baterai dapat di-*monitoring* secara *real-time*.



Gambar 4 Skema sistem monitoring kondisi tegangan baterai

6. Proses pembuatan produk dari pemanfaatan limbah baterai

Baterai yang sudah dipastikan rusak akan dibongkar menggunakan gergaji untuk mengambil timah baterai, setelah timah didapatkan maka akan dilebur dengan cara dipanaskan menggunakan kompor sampai meleleh, setelah timah meleleh dimasukan ke cetakan, maka akan menghasilkan produk *metal jig* dan bandul timah, sedangkan untuk material lain yang tidak digunakan ditampung dalam tempat sampah khusus B3. Proses ini ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Proses pembuatan produk pemanfaatan limbah baterai

B. Implementasi Pembelajaran

1. Implementasi aplikasi pembelajaran interaktif di kelas

Penggunaan aplikasi pembelajaran interaktif memungkinkan terjadinya interaksi yang efektif antara guru dan siswa, sehingga materi pelajaran dapat lebih mudah dipahami. Aplikasi ini menyajikan pembelajaran interaktif tentang perawatan baterai yang dilengkapi dengan berbagai fitur, seperti teks, gambar, audio, dan video. Siswa dapat mempelajari teori tentang cara kerja dan komponen baterai secara mandiri di menu materi. Hal ini menarik minat dan memotivasi siswa dalam proses belajar seperti yang tampak pada Gambar 6.

Selanjutnya, siswa dapat memilih menu yang menyediakan panduan langkah-langkah perawatan baterai, termasuk cara melepas baterai, pemeriksaan visual, serta penggunaan alat seperti hidrometer, *multitester*, dan *load tester*. Panduan ini disertai dengan teks, gambar, suara, dan video, memberikan panduan yang lebih jelas dan menarik, di samping penggunaan buku manual dan Lembar Kerja Siswa (LKPD).

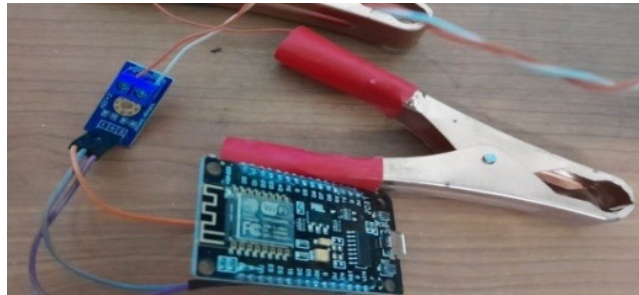
Aplikasi ini juga menawarkan menu permainan berupa kuis Teka Teki Silang (TTS) dengan tiga tingkat kesulitan: mudah, sedang, dan sulit, yang menambah keceriaan dalam pembelajaran. Akhirnya, pada menu evaluasi, siswa dapat langsung melihat hasil penilaian mereka dan melakukan remedial jika nilainya belum memenuhi Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Kemudian siswa diminta untuk berefleksi menggunakan aplikasi *Mentimeter*.



Gambar 6 Implementasi aplikasi pembelajaran interaktif

2. Implementasi pembuatan sistem *monitoring* kondisi tegangan baterai

Pertama, siswa diajak merangkai sistem *monitoring* kondisi tegangan baterai. Setelah perencanaan telah matang, dilanjutkan dengan merangkai alat *monitoring* tegangan baterai mulai dari pemilihan dan pengetesan komponen yang akan digunakan. Untuk *wiring* rangkaian sistem *monitoring* kondisi tegangan baterai untuk pin OUTPUT (S) sensor tegangan DC dihubungkan ke pin A0 *NodeMCU ESP8266*, untuk *power* pin GND sensor ke pin G *NodeMCU ESP8266* dan pin VCC sensor ke pin 3V *NodeMCU ESP8266*. Hasil rangkaian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Rangkaian sistem *monitoring* kondisi baterai

Kedua, siswa diajak membuat dan meng-*upload* program di komputer menggunakan *software Arduino IDE* [11, 12, 13]. Siswa diminta membuka aplikasi *Arduino IDE* yang sudah di-*install* di komputer. Setelah terbuka *Arduino IDE*, *sketch* di *software Arduino IDE* dibuat dan ditulis *Template ID*, *Device Name*, dan *AuthToken* yang diperoleh di aplikasi *blynk*. Lalu program di-*upload* sampai alat bisa digunakan.

3. Implementasi pembuatan produk dari pemanfaatan limbah baterai

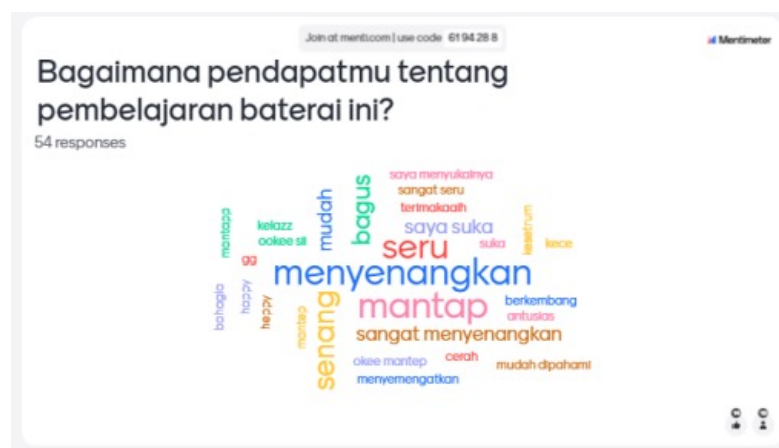
Setelah dilakukan proses pengolahan limbah baterai yang menghasilkan produk *metal jig* dan bandul timah, langkah berikutnya adalah proses *finishing* atau tahap akhir dari penyelesaian suatu produk. Langkah pertama pada proses *finishing* adalah menghaluskan produk yang sudah dihasilkan dengan menggunakan kikir atau amplas yang bertujuan supaya produk yang dihasilkan tampilannya akan menjadi baik dan menarik. Selanjutnya, dilakukan proses pengecatan pada produk

metal jig dan bandul timah pancing yang berfungsi untuk memberikan efek estetika serta memberikan perlindungan produk dari adanya goresan, korosi, dan bahan kimia.

Pembelajaran teori dilakukan dengan aplikasi pembelajaran interaktif tentang perawatan baterai. Dengan aplikasi ini, siswa dapat langsung mengakses materi dalam bentuk teks, gambar, dan video, serta menikmati permainan yang menyenangkan. Pada akhir pembelajaran, mereka dapat menyelesaikan soal evaluasi langsung melalui aplikasi. Penerapan aplikasi pembelajaran interaktif tentang perawatan baterai tersebut membuat proses pembelajaran menjadi lebih menarik, menyenangkan, dan mampu meningkatkan motivasi siswa.

Hal ini senada dengan penelitian sebelumnya. Lince (2022) menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi secara signifikan meningkatkan motivasi belajar siswa. Motivasi ini dinilai melalui beberapa faktor, seperti minat belajar, harapan pribadi, persepsi terhadap pentingnya materi, dan kepercayaan diri dalam memahami pelajaran [3]. Rahmawati (2022) juga menegaskan bahwa penggunaan teknologi dalam pendidikan berdampak signifikan pada peningkatan motivasi siswa serta menjadikannya solusi efektif untuk menghadapi tantangan pendidikan di era digital [4].

Saat refleksi menggunakan aplikasi *Mentimeter* seperti pada Gambar 8, siswa menyatakan bahwa pembelajaran perawatan baterai melalui aplikasi ini lebih menyenangkan, mudah dipahami, dan meningkatkan motivasi mereka. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, namun ada beberapa perbedaan kecil. Misalnya, penelitian Lince (2022) lebih menekankan pada persepsi siswa terhadap pentingnya materi, sementara hasil penelitian ini menunjukkan antusiasme siswa terutama karena elemen permainan dan visual yang menarik [3]. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ada kesamaan dalam dampak positif penggunaan teknologi terhadap motivasi, faktor-faktor yang memicu motivasi tersebut bisa berbeda tergantung pada pendekatan dan jenis teknologi yang digunakan.



Gambar 8 Refleksi siswa menggunakan aplikasi mentimeter

Pembelajaran praktik dilakukan di mana deskripsi dan capaiannya sebagai berikut:

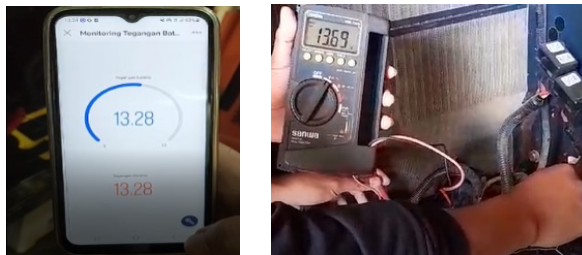
1. Pengujian sistem monitoring kondisi tegangan baterai pada unit alat berat.

Setelah alat hasil pembelajaran PjBL ini sudah di-*upload* ke *NodeMCU* ESP8266, sistem *monitoring* kondisi tegangan baterai diuji menggunakan aplikasi *blynk* yang mampu menghasilkan data tegangan baterai secara *real-time*. Pada saat kondisi kendaraan 6atau *engine* mati, maka sensor tegangan DC akan mendeteksi tegangan baterai dengan angka berkisar 12,5 volt yang dikirim ke *NodeMCU* ESP8266 dan hasil pengujiannya dapat di-*monitoring* di aplikasi *blynk* pada *smartphone* dari jarak jauh, seperti yang tampak pada Gambar 9.



Gambar 9 Monitoring tegangan di aplikasi *blynk* pada saat *engine* mati

Apabila kendaraan atau *engine* sudah hidup (*running*), maka sensor tegangan DC akan mendeteksi tegangan baterai dengan angka berkisar 13,5 volt yang dikirim ke *NodeMCU* ESP8266 dan hasil pengujian dapat di-*monitoring* di aplikasi *blynk* pada *smartphone* dari jarak jauh, seperti yang tampak pada Gambar 10.



Gambar 10 Monitoring tegangan di aplikasi *blynk* pada saat *engine* hidup

2. Pembuatan produk dari pemanfaatan limbah baterai

Melalui pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dengan memanfaatkan limbah baterai bekas, siswa berhasil menghasilkan dua produk utama berupa *metal jig* dan bandul timah pancing. Setelah melalui proses *finishing*, produk-produk ini dikemas untuk dipasarkan kepada masyarakat. Langkah promosi dilakukan dengan memanfaatkan jaringan lokal, dimulai dari warga sekitar sekolah, serta memperluas jangkauan melalui media sosial. Sebagai strategi pemasaran, siswa dan guru

menawarkan diskon khusus untuk pembelian di atas lima unit, guna menarik lebih banyak pembeli dan mendorong peningkatan volume penjualan.



Gambar 11 Produk *metal jig* dan bandul timah pancing

Selain mengajarkan keterampilan teknis dalam pengolahan limbah menjadi produk bernilai jual, proyek ini juga memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam aspek pemasaran, pengemasan, dan strategi promosi. Hal ini penting untuk menyiapkan mereka menghadapi dunia kerja yang kompetitif, terutama dalam konteks kewirausahaan.

Penerapan metode PjBL terbukti efektif dalam membentuk karakter siswa yang lebih kreatif, inovatif, dan kolaboratif, serta mampu berpikir kritis dalam menghadapi tantangan. Sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Trianto (2014:42), *Project Based Learning* tidak hanya memberikan pengalaman belajar yang kontekstual melalui kegiatan-kegiatan kompleks, tetapi juga meningkatkan relevansi pembelajaran dengan dunia nyata [7]. Melalui proyek ini, siswa tidak hanya belajar menguasai keterampilan teknis, tetapi juga mengembangkan sikap tanggung jawab sosial, dengan memanfaatkan limbah berbahaya seperti baterai bekas menjadi produk yang bermanfaat bagi masyarakat.

Lebih jauh lagi, proyek ini membuka peluang bagi sekolah untuk berperan dalam upaya keberlanjutan lingkungan melalui pemanfaatan limbah. Dengan mengubah baterai bekas yang berpotensi mencemari lingkungan menjadi produk bernilai ekonomis, siswa tidak hanya mempelajari aspek teknis, tetapi juga berkontribusi pada pelestarian lingkungan. Proyek ini memberikan dasar bagi siswa untuk menjadi agen perubahan yang sadar lingkungan, yang mampu menciptakan solusi inovatif dalam konteks lokal maupun global.

Simpulan

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa penerapan metode *Project-Based Learning (PjBL)* yang dipadukan dengan teknologi interaktif secara

signifikan meningkatkan motivasi, pemahaman, dan keterampilan siswa dalam perawatan baterai serta pengelolaan limbah baterai. Aplikasi pembelajaran interaktif yang dikembangkan terbukti efektif dalam membantu siswa memahami materi teori dengan lebih menarik dan menyenangkan, sementara pembuatan alat monitoring tegangan baterai berbasis *NodeMCU ESP8266* memungkinkan siswa untuk mempraktikkan keterampilan teknis secara *real-time*. Selain itu, pemanfaatan limbah baterai menjadi produk bernilai ekonomis berhasil mengajarkan siswa tentang pentingnya pengelolaan limbah berbahaya dan potensi kewirausahaan. Meskipun tantangan dalam akses internet masih menjadi kendala, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa inovasi pembelajaran berbasis proyek mampu mengintegrasikan teori dan praktik secara efektif, sekaligus mendorong kreativitas dan kemandirian siswa. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian ini dikembangkan lebih lanjut dengan solusi untuk mengatasi keterbatasan infrastruktur dan kolaborasi lintas disiplin untuk memperluas dampak pembelajaran.

Daftar Pustaka

- [1] A. Y. D. Yudanur, & Sugiyanto, 2024. *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 19, no. 1, pp. 66–71
- [2] R. T. Journal *et al.*, “http://jurnal.umsb.ac.id/index.php/RANGTEKNIK_JOURNAL,” vol. 5, no. 1, 2022.
- [3] L. Lince, 2022. *Pros. Semin. Nas. Fak. Tarb. dan Ilmu Kegur. IAIM Sinjai*, vol. 1, no. 1, pp. 38–49
- [4] I. Rahmawati, 2022. *EDUSAINTEK J. Pendidikan, Sains dan Teknol.*, vol. 9, no. 2, pp. 404–418
- [5] M. H. Simanjuntak. 2024. *Antaraneews*, 2024
- [6] Kemendikbud. 2017. Jakarta: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri
- [7] I. B. Trianto. 2014. Jakarta: Prenadamedia Group
- [8] H. Nurrokhim. 2019. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- [9] Pusat Penelitian Teknologi Informasi dan Komunikasi. 2019. *Manual Book Mesin Absensi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- [10] Munir. 2015. Bandung: Alfabeta, 2015
- [11] W. Budiharto. 2020. Yogyakarta: Penerbit Andi
- [12] R. Basuki, & B. Nugroho. 2020. Sidoarjo: Indomedia Pustaka
- [13] H. Santoso. 2015. Trenggalek: Elangsakti