



Dari Mimpi ke Realita: Membangun Robot Bersama Siswa MAN 1 Madiun

Didik Sukoco ^{1*}, Imam Sutrisno ¹, Projek Priyonggo ¹, Iskandar ²

¹ Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia

² Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Indonesia

 didikco@yahoo.com*

Abstract

Project-Based Learning (PBL) has proven to be an effective pedagogical approach for enhancing students' competencies in technology and engineering. This study aims to explore the processes and outcomes of a robotics development project conducted by students of MAN 1 Madiun through extracurricular robotics activities. Employing a qualitative case study method, data were collected via observations, interviews, and document analysis. The results indicate that active student participation in the robotics project significantly improved their critical thinking, problem-solving, creativity, and teamwork skills. The presence of teacher guidance and adequate laboratory facilities was found to be instrumental in supporting the program's success. This research offers several key contributions to technology education, particularly within Islamic secondary school settings. First, it demonstrates the adaptability of PBL in contexts where robotics is not part of the standard curriculum. Second, it highlights the development of both technical skills—such as electronic assembly, Arduino programming, and mechanical design—and soft skills essential for 21st-century learning. Third, the study presents empirical evidence that hands-on robotics projects can lead to increased student motivation and deeper understanding of STEM concepts. Additionally, the research proposes a practical and replicable model for implementing robotics-based programs in schools, identifying key success factors such as mentorship, infrastructure, and institutional support. Lastly, by engaging students in real-world project cycles—designing, building, testing, and refining—the initiative contributes to bridging the gap between school curricula and the collaborative, problem-solving demands of Industry 4.0.

Keywords: Robotics, Project-Based Learning, Technology Education, Islamic Secondary School

ARTICLE INFO

Article history:

Received
February 04,
2025

Revised
May 29, 2025

Accepted
July 04, 2025

Published by
ISSN

Website

This is an open access article under the CC BY SA license

CV. Creative Tugu Pena
2774-7077

<https://www.attractivejournal.com/index.php/bce/>

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat menuntut institusi pendidikan untuk menyesuaikan kurikulumnya dengan kebutuhan industri modern. Salah satu bidang yang berkembang pesat adalah robotika, yang tidak hanya mengajarkan dasar-dasar teknik, tetapi juga melatih siswa dalam berpikir logis dan kreatif (Anfasa, 2021). MAN 1 Madiun telah mengadopsi pendekatan pembelajaran berbasis proyek melalui kegiatan ekstrakurikuler robotika. Peningkatan kompetensi teknologi ini sangat relevan dalam era

Revolusi Industri 4.0, di mana otomatisasi dan kecerdasan buatan memainkan peran penting dalam berbagai sektor industri (Danis, 2019). Perkembangan teknologi yang sangat pesat di abad ke-21—khususnya dalam bidang otomasi, kecerdasan buatan, dan robotika—menuntut adanya transformasi dalam sistem pendidikan agar mampu mempersiapkan siswa menghadapi pasar kerja yang terus berubah. Menurut World Economic Forum (2023), lebih dari 50% pekerjaan di dunia akan memerlukan keterampilan teknologi tingkat menengah hingga lanjutan pada tahun 2025. Di Indonesia, data dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan menunjukkan bahwa kurang dari 30% siswa sekolah menengah saat ini mengikuti program pembelajaran berbasis STEM, dan angka tersebut lebih rendah lagi di lingkungan Madrasah Aliyah.

Kesenjangan ini menjadi tantangan serius, terutama dalam menjembatani antara pembelajaran akademik dan kebutuhan keterampilan industri di era Revolusi Industri 4.0. Robotika, sebagai bidang interdisipliner yang menggabungkan elektronika, mekanika, dan pemrograman, telah terbukti menjadi alat yang efektif untuk mengembangkan keterampilan teknis maupun soft skills yang sangat dibutuhkan di masa depan. Namun, akses terhadap pendidikan robotika yang terstruktur masih terbatas, terutama di sekolah-sekolah pinggiran dan daerah. MAN 1 Madiun merupakan salah satu madrasah yang progresif dalam menjawab tantangan tersebut melalui integrasi pendekatan Project-Based Learning (PjBL) dalam kegiatan ekstrakurikuler robotika. PjBL dikenal sebagai metode pembelajaran yang mendorong siswa untuk belajar melalui pengalaman langsung—mengaplikasikan konsep teoretis ke dalam penyelesaian masalah nyata. Berbagai penelitian sebelumnya (misalnya Sadeghi & Kardan, 2023; Marais et al., 2022) telah membuktikan bahwa PjBL mampu meningkatkan kompetensi teknis sekaligus menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi.

Namun, implementasi program robotika berbasis PjBL di lingkungan madrasah masih jarang dikaji dalam literatur akademik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana siswa MAN 1 Madiun mengalami proses pembelajaran robotika berbasis proyek serta dampaknya terhadap pengembangan keterampilan siswa, sekaligus mengidentifikasi faktor-faktor pendukung dan tantangan dalam pelaksanaannya. Pembelajaran berbasis proyek (PBL) telah terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan praktis siswa. Dalam konteks pendidikan robotika, PBL memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengaplikasikan teori yang telah dipelajari dalam bentuk nyata. Selain itu, pendekatan ini juga melatih kemampuan problem-solving, kreativitas, dan kerja sama tim yang sangat dibutuhkan di dunia kerja. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji penerapan Project-Based Learning (PjBL) dalam konteks pendidikan teknologi dan robotika, namun masih terdapat kesenjangan yang belum banyak diungkap, khususnya dalam implementasinya di lingkungan Madrasah Aliyah. Berikut adalah empat penelitian terdahulu yang relevan sebagai pembandingan:

1. Sadeghi & Kardan (2023) Mengkaji efektivitas laboratorium virtual berbasis PjBL dalam pembelajaran mekatronika. Penelitian ini menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan teknis mahasiswa. → *Gap*: Fokus pada mahasiswa perguruan tinggi dan lingkungan laboratorium virtual, bukan implementasi nyata di sekolah menengah keagamaan.
2. Marais et al. (2022) Meneliti dampak pembelajaran berbasis desain (design-based learning) terhadap partisipasi siswa di kelas mekatronika. → *Gap*: Terfokus pada desain teknis dan partisipasi siswa di kelas reguler, bukan pada kegiatan ekstrakurikuler seperti yang dikaji dalam penelitian ini.
3. Mohan & Kulkarni (2023) Meneliti efektivitas pembelajaran berbasis proyek dengan Raspberry Pi di pendidikan vokasi. → *Gap*: Meskipun relevan dengan penguasaan teknologi, penelitian ini tidak menyoroti aspek pengembangan soft skills dan implementasi di madrasah.

4. McLain et al. (2016) Mengembangkan kurikulum berbasis ROV untuk pendidikan STEM di Amerika Serikat. → *Gap*: Fokus pada konteks pendidikan barat dan penggunaan kurikulum formal, bukan pengembangan mandiri melalui kegiatan ekstrakurikuler.

Penelitian ini memiliki sejumlah keunikan yang membedakannya dari penelitian sebelumnya: Konteks Madrasah Aliyah, Penelitian ini dilakukan di MAN 1 Madiun, lingkungan pendidikan keagamaan yang belum banyak dijadikan objek studi dalam pengembangan teknologi berbasis PjBL. Alih-alih mengandalkan kurikulum formal, penelitian ini menyoroti potensi kegiatan ekstrakurikuler sebagai ruang pembelajaran teknologi yang efektif dan fleksibel. Tidak hanya mengukur keberhasilan teknis siswa dalam membuat robot, penelitian ini juga menilai perkembangan keterampilan berpikir kritis, kerja tim, dan kreativitas secara holistik. Penelitian ini menghasilkan model implementasi pembelajaran berbasis proyek yang dapat direplikasi oleh sekolah-sekolah menengah lainnya dengan sumber daya terbatas. Dengan demikian, penelitian ini mengisi kekosongan literatur terkait implementasi PjBL dalam pendidikan menengah keagamaan di Indonesia, serta memberikan kontribusi praktis bagi sekolah yang ingin menerapkan pembelajaran berbasis teknologi dalam bentuk kegiatan mandiri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berusaha menjawab pertanyaan berikut:

1. Bagaimana proses pengembangan robot yang dilakukan oleh siswa MAN 1 Madiun?
2. Apa dampak pembelajaran berbasis proyek dalam kegiatan robotika terhadap keterampilan siswa?
3. Apa saja faktor pendukung dan hambatan yang dihadapi dalam implementasi program robotika di MAN 1 Madiun?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis tahapan pengembangan robot dalam kegiatan ekstrakurikuler robotika di MAN 1 Madiun (Sutrisno, 2020).
2. Mengidentifikasi manfaat dan dampak dari program robotika terhadap kemampuan teknis dan non-teknis siswa (Iskandar, 2022).
3. Menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan program robotika, termasuk tantangan yang dihadapi dan strategi mengatasinya (Hasugian, 2021).

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Siswa: Memberikan pengalaman belajar berbasis praktik yang meningkatkan keterampilan teknologi dan kerja sama tim (Hakim, 2019).
2. Bagi Sekolah: Menyediakan dasar untuk pengembangan program ekstrakurikuler berbasis teknologi yang lebih efektif (Hayati, 2018).
3. Bagi Peneliti dan Akademisi: Menjadi referensi dalam implementasi Project-Based Learning dalam pendidikan teknologi (Hananur, 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis bagaimana penerapan pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning) dalam kegiatan ekstrakurikuler robotika di MAN 1 Madiun dapat meningkatkan keterampilan teknis dan non-teknis siswa. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi proses pengembangan robot yang dilakukan oleh siswa, mengevaluasi dampak program terhadap kemampuan berpikir kritis, kerja sama, dan pemecahan masalah, serta mengkaji faktor-faktor pendukung dan hambatan yang dihadapi selama pelaksanaan program robotika.

Penelitian ini didasarkan pada tiga pendekatan teoretis utama, yaitu: (1) Teori Pembelajaran Berbasis Proyek (Project-Based Learning/PjBL), (2) Teori Konstruktivisme, dan (3) Teori Pengembangan Keterampilan Abad ke-21.

1. Teori Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) PjBL merupakan pendekatan pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif yang belajar melalui pengalaman nyata

dalam menyelesaikan proyek. Menurut Thomas (2000), PjBL memungkinkan siswa untuk membangun pengetahuan secara mendalam melalui eksplorasi masalah yang kompleks dan aplikatif. Dalam konteks robotika, proyek seperti perancangan dan pembuatan robot memberikan ruang bagi siswa untuk menerapkan konsep teknis secara langsung dalam situasi yang menantang dan bermakna.

2. Teori Konstruktivisme (Constructivism) Vygotsky (1978) menyatakan bahwa pembelajaran yang efektif terjadi ketika siswa secara aktif membangun pengetahuan mereka melalui interaksi sosial dan pengalaman langsung. Dalam kegiatan robotika, siswa tidak hanya memperoleh informasi dari guru, tetapi juga belajar melalui kerja tim, eksperimen, diskusi, dan pemecahan masalah bersama. Zona Perkembangan Proksimal (ZPD) juga berperan penting, di mana dukungan guru atau teman sebaya dapat mendorong pencapaian belajar yang lebih tinggi.
3. Teori Pengembangan Keterampilan Abad ke-21 Framework for 21st Century Learning (P21, 2019) menekankan pentingnya keterampilan seperti berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas. Proyek robotika yang kompleks menuntut siswa untuk mengasah keempat keterampilan ini dalam konteks nyata. Kegiatan seperti brainstorming ide desain, menyelesaikan kendala teknis, dan mempresentasikan hasil kerja mendorong siswa untuk berkembang secara menyeluruh, baik secara teknis maupun interpersonal.

Dengan mengintegrasikan ketiga pendekatan teoretis ini, penelitian ini memberikan landasan konseptual yang kuat dalam memahami bagaimana pembelajaran robotika melalui PjBL di lingkungan madrasah dapat menjadi sarana efektif dalam pengembangan keterampilan teknis dan soft skills siswa secara bersamaan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus. Studi kasus dipilih karena memungkinkan eksplorasi mendalam mengenai pengalaman siswa dalam mengikuti kegiatan robotika. Fokus penelitian ini adalah memahami bagaimana pengalaman siswa dalam mengembangkan robot melalui pendekatan berbasis proyek. Subjek penelitian adalah siswa MAN 1 Madiun yang aktif dalam kegiatan ekstrakurikuler robotika. Selain itu, penelitian ini juga melibatkan guru pembimbing dan tenaga pendukung yang memiliki peran penting dalam membimbing siswa selama proses pengembangan robot.

Data dikumpulkan melalui berbagai metode untuk memastikan validitas dan keakuratan informasi. Metode yang digunakan antara lain: Observasi Langsung: Peneliti mengamati secara langsung kegiatan siswa saat mengembangkan robot, mulai dari tahap perancangan, perakitan, pemrograman, hingga pengujian (Khumaidi, 2018). Wawancara Mendalam: Wawancara dilakukan dengan siswa, guru pembimbing, dan pihak terkait untuk memahami tantangan, motivasi, dan manfaat yang diperoleh dari program robotika. Analisis Dokumen: Data diperoleh dari dokumentasi proyek robotika, laporan siswa, serta catatan evaluasi program yang telah dilakukan sebelumnya.

Data yang telah dikumpulkan dianalisis menggunakan metode analisis tematik, yang meliputi beberapa tahap berikut: Reduksi Data: Memilah data yang relevan dengan tujuan penelitian dan mengeliminasi informasi yang kurang mendukung analisis. Kategorisasi: Mengelompokkan data ke dalam beberapa tema utama, seperti proses pengembangan robot, dampak terhadap siswa, serta faktor pendukung dan hambatan (Sutrisno, 2014). Interpretasi: Data yang telah dikategorikan dianalisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi pola dan hubungan yang dapat memberikan kesimpulan mengenai efektivitas program robotika (Sutrisno, 2020).

Untuk memastikan validitas data, penelitian ini menerapkan beberapa strategi, di antaranya: (Mohammad, 2020)

1. Triangulasi Sumber: Menggunakan berbagai sumber data (observasi, wawancara, dokumen) untuk membandingkan hasil dan memperoleh pemahaman yang lebih akurat (Munaf, 2016).
2. Member Checking: Melakukan konfirmasi kepada subjek penelitian mengenai temuan yang diperoleh untuk memastikan interpretasi yang akurat.
3. Audit Trail: Mencatat seluruh proses penelitian secara sistematis agar dapat ditelusuri dan diperiksa oleh pihak lain jika diperlukan (Jami'in, 2015).

Dengan menggunakan metode penelitian ini, diharapkan hasil yang diperoleh dapat menggambarkan secara mendalam bagaimana kegiatan robotika di MAN 1 Madiun berkontribusi dalam meningkatkan keterampilan siswa dan tantangan yang dihadapi selama proses pembelajaran (Sutrisno, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses Pengembangan Robot

Proses pengembangan robot dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

1. Perancangan: Siswa membuat desain robot menggunakan perangkat lunak CAD.
2. Perakitan: Siswa merakit komponen elektronik dan mekanik berdasarkan desain yang telah dibuat.
3. Pemrograman: Robot diprogram menggunakan bahasa pemrograman berbasis Arduino (Surisno, 2013).
4. Pengujian dan Penyempurnaan: Robot diuji dan disempurnakan sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

3.2 Dampak terhadap Siswa

Hasil penelitian menunjukkan bahwa program robotika berkontribusi dalam meningkatkan keterampilan:

- Berpikir kritis dalam menyelesaikan permasalahan teknis.
- Kolaborasi dalam kerja tim (Jamiin, 2015).
- Pemecahan masalah dalam mengatasi tantangan teknis saat merakit dan memprogram robot (Sutrisno, 2013).
- Kreativitas dalam merancang solusi inovatif (Jamiin, 2015).

3.3 Faktor Pendukung dan Hambatan

Faktor pendukung utama adalah:

- Ketersediaan laboratorium teknologi di sekolah (Sutrisno, 2009).
- Pendampingan dari guru yang memiliki keahlian dalam bidang teknik dan robotika (Sutrisno, 2020).
- Motivasi siswa yang tinggi untuk belajar (Rifai, 2021).

Tabel 1 Hasil Observasi Kegiatan Robotika

No	Kegiatan	Deskripsi
1	Perancangan	Siswa membuat desain robot menggunakan software CAD
2	Perakitan	Siswa merakit komponen elektronik dan mekanik berdasarkan desain
3	Pemrograman	Robot diprogram menggunakan bahasa berbasis Arduino
4	Pengujian	Robot diuji untuk memastikan fungsionalitasnya

Tabel 2 Dampak Program Robotika terhadap Siswa

No	Dampak	Deskripsi
1	Berpikir Kritis	Siswa terbiasa menganalisis masalah dan mencari solusi
2	Kolaborasi	Siswa bekerja dalam tim untuk menyelesaikan proyek
3	Pemecahan Masalah	Siswa mengembangkan keterampilan troubleshooting
4	Kreativitas	Siswa mengembangkan solusi inovatif dalam desain robot

Tabel 3 Faktor Pendukung dan Hambatan

No	Faktor	Deskripsi
1	Pendukung	Laboratorium dan pendampingan guru

2 Hambatan Keterbatasan dana dan waktu untuk ekstrakurikuler

Adapun hambatan yang dihadapi meliputi:

- Keterbatasan dana untuk pengadaan komponen robot.
- Keterbatasan waktu dalam kurikulum sekolah untuk kegiatan ekstrakurikuler.

3.1 Proses Pengembangan Robot

Berdasarkan hasil observasi dan dokumentasi kegiatan, proses pengembangan robot di MAN 1 Madiun dilakukan melalui empat tahap utama:

1. Perancangan
Siswa membuat desain awal robot menggunakan aplikasi desain berbasis CAD (Computer-Aided Design). Pada tahap ini, mereka juga mendiskusikan spesifikasi fungsional robot dan membagi peran dalam tim.
2. Perakitan
Proses merakit dilakukan secara kolaboratif. Komponen seperti mikrokontroler, sensor, motor DC, dan chasis dirakit menjadi satu kesatuan. 88% siswa menunjukkan kemandirian dalam menyusun rangkaian elektronik dan sistem mekanik dasar.
3. Pemrograman
Siswa memprogram robot menggunakan Arduino IDE. 71% siswa mampu memodifikasi skrip bawaan dan mengembangkan logika kontrol sederhana. Beberapa siswa menunjukkan inisiatif dengan mencari referensi kode secara daring untuk menyempurnakan fungsionalitas robot.
4. Pengujian dan Evaluasi
Robot diuji di laboratorium untuk mengevaluasi fungsi gerak, deteksi sensor, dan respons kontrol. Mayoritas tim berhasil menyempurnakan performa robot mereka setelah dua kali iterasi pengujian.

3.2 Dampak terhadap Keterampilan Siswa

Keterampilan Teknis:

- 83% siswa menunjukkan peningkatan pemahaman sistem elektronik (rangkaiannya sensor dan aktuator).
- 75% siswa berhasil menyusun program kontrol dasar robot menggunakan Arduino.
- 65% siswa mampu merancang ulang desain robot berdasarkan hasil evaluasi.

Keterampilan Non-Teknis (Soft Skills):

- 91% siswa mengaku lebih percaya diri dalam menyampaikan ide teknis di depan kelompok.
- 88% siswa menyatakan bahwa kegiatan ini membantu mereka dalam belajar bekerja sama secara efektif dalam tim.
- Guru menyampaikan bahwa siswa menjadi lebih mandiri dan inisiatif dalam mengatasi masalah teknis tanpa menunggu solusi dari pendamping.

3.3 Dukungan dan Hambatan

Faktor Pendukung:

- Akses ke laboratorium teknologi sekolah yang cukup lengkap (komputer, printer 3D, modul sensor).
- Pendampingan intensif dari guru teknik dan dosen mitra.
- Motivasi siswa yang tinggi, terutama dari kelas XI dan XII yang sedang mempersiapkan lomba robotik.

Faktor Hambatan:

- Keterbatasan anggaran menyebabkan keterlambatan dalam pengadaan komponen cadangan.
- Waktu pelaksanaan yang terbatas karena keterikatan dengan jadwal pelajaran reguler.

- Perbedaan tingkat dasar kemampuan teknis antar siswa menyulitkan penyamaan ritme kerja kelompok.

Tabel 3 Ringkasan Dampak Program Robotika terhadap Siswa:

No	Aspek	Peningkatan yang Teramati
1	Teknik Elektronika	Siswa mampu memahami dan menyolder rangkaian
2	Pemrograman	Siswa berhasil menulis dan menguji skrip
3	Desain Mekanik	Siswa mengembangkan kerangka robot dengan CAD
4	Kerja Tim & Komunikasi	Meningkat dalam diskusi dan koordinasi tugas
5	Problem Solving	Mampu menganalisis dan memperbaiki kesalahan

Penelitian ini mengungkap sejumlah temuan penting terkait implementasi pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning/PjBL) dalam kegiatan robotika ekstrakurikuler di MAN 1 Madiun. Temuan ini memperkuat peran kegiatan berbasis teknologi dalam membentuk kompetensi siswa secara komprehensif.

1. Peningkatan Kompetensi Teknis

Siswa menunjukkan perkembangan signifikan dalam hal:

- Elektronika dasar: Siswa mampu memahami fungsi dasar komponen seperti sensor, motor DC, dan mikrokontroler serta menyusunnya menjadi sistem yang utuh.
- Pemrograman: 75% siswa dapat menulis dan menguji program robot menggunakan Arduino IDE, termasuk mengatur logika gerakan dan input sensor.
- Desain mekanik: Sebagian besar siswa mampu merancang dan memodifikasi struktur robot menggunakan CAD sederhana.

2. Penguatan Keterampilan Non-Teknis (Soft Skills)

Aktivitas proyek robotika memberikan ruang yang luas bagi siswa untuk mengembangkan:

- Kerja sama tim: Semua kelompok berhasil menyusun pembagian tugas dan bekerja kolaboratif untuk menyelesaikan proyek.
- Kemampuan komunikasi teknis: Siswa terlatih menyampaikan ide, solusi, dan laporan kemajuan proyek secara lisan maupun tertulis.
- Pemecahan masalah: Terjadi peningkatan kemandirian dalam mengatasi gangguan teknis, seperti kesalahan wiring, bug pada program, atau desain mekanik yang tidak stabil.

3. Kemandirian dan Motivasi Belajar

Hasil wawancara menunjukkan bahwa mayoritas siswa merasa lebih percaya diri dan termotivasi untuk mendalami teknologi setelah mengikuti kegiatan ini. Siswa juga menunjukkan inisiatif belajar melalui tutorial daring, diskusi lintas kelas, dan pencarian solusi mandiri terhadap tantangan teknis.

4. Relevansi dengan Dunia Industri

Dengan pendekatan berbasis proyek dan penerapan langsung teknologi robotika, siswa mendapatkan gambaran nyata tentang siklus kerja dalam dunia teknik dan industri. Hal ini memperkuat kesiapan mereka dalam menghadapi tantangan era Industri 4.0.

5. Model Pembelajaran yang Dapat Direplikasi

Program ini menghasilkan model implementasi PjBL berbasis robotika yang praktis dan dapat direplikasi di madrasah atau sekolah lain, bahkan dengan keterbatasan sumber daya. Kunci keberhasilannya terletak pada kombinasi antara motivasi siswa, dukungan guru, dan akses terhadap fasilitas dasar.

Penelitian ini membuktikan bahwa pembelajaran berbasis proyek (PjBL) melalui kegiatan robotika ekstrakurikuler mampu meningkatkan keterampilan teknis dan non-teknis siswa secara signifikan. Temuan menunjukkan bahwa siswa MAN 1 Madiun mengalami peningkatan dalam hal pemrograman, perakitan sistem elektronika, dan desain mekanik, sekaligus memperoleh pengalaman berharga dalam kerja tim, komunikasi, dan penyelesaian masalah. Program ini juga berhasil meningkatkan kemandirian dan motivasi belajar siswa.

Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

1. Sadeghi & Kardan (2023) Menunjukkan bahwa PjBL dalam laboratorium virtual mekatronika meningkatkan keterampilan teknis mahasiswa. → *Kesamaan*: Efektivitas PjBL → *Perbedaan*: Konteks virtual vs praktik langsung di madrasah
2. Marais et al. (2022) Menemukan bahwa design-based learning meningkatkan keterlibatan siswa di kelas teknik. → *Kesamaan*: Meningkatkan keterlibatan dan kreativitas → *Perbedaan*: Penelitian ini berbasis kegiatan ekstrakurikuler, bukan kurikulum formal
3. Mohan & Kulkarni (2023) Meneliti penggunaan Raspberry Pi untuk pembelajaran berbasis proyek di SMK. → *Kesamaan*: Fokus pada perangkat nyata dan pemrograman → *Perbedaan*: Penelitian ini lebih menekankan integrasi pembelajaran dan pengembangan karakter siswa madrasah
4. McLain et al. (2016) Mengembangkan kurikulum ROV untuk pendidikan STEM di Amerika Serikat. → *Kesamaan*: Fokus pada pengembangan keterampilan STEM → *Perbedaan*: Konteks geografis dan sosial yang berbeda (madrasah Indonesia)
5. Abeywardena et al. (2020) Mengulas model PjBL di pendidikan vokasi dan menekankan pentingnya dukungan guru. → *Kesamaan*: Peran penting guru dalam PjBL → *Perbedaan*: Penelitian ini mengkaji aspek motivasional dan dampak lintas sosial
6. Rifai et al. (2021) Fokus pada penerapan teknologi berbasis sensor dan image processing dalam proyek siswa. → *Kesamaan*: Eksplorasi teknologi sebagai media pembelajaran → *Perbedaan*: Penelitian ini menggunakan robotika sebagai media penguatan keterampilan sosial dan karakter

Kebaruan (Novelty) Penelitian

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada:

- Konteks Madrasah: Belum banyak studi yang mengangkat penerapan robotika berbasis proyek di madrasah sebagai setting pendidikan Islam formal.
- Ekstrakurikuler sebagai Medium Inovatif: Penelitian ini menunjukkan bahwa kegiatan ekstrakurikuler dapat menjadi sarana efektif untuk pembelajaran berbasis teknologi, bahkan tanpa bergantung pada kurikulum utama.
- Pendekatan Holistik: Tidak hanya menilai keberhasilan teknis, tetapi juga mengukur dampak pada soft skills dan karakter siswa.
- Model Replikasi untuk Lingkungan Terbatas: Memberikan contoh konkret penerapan PjBL yang dapat direplikasi di sekolah-sekolah dengan sumber daya terbatas.

Implikasi Penelitian

- Praktis: Sekolah dapat mengadopsi model kegiatan robotika sebagai bagian dari program pengembangan keterampilan abad ke-21 tanpa harus menunggu revisi kurikulum.
- Akademis: Menambah literatur terkait integrasi teknologi dan pembelajaran proyek di konteks madrasah yang masih kurang dieksplorasi.
- Kebijakan: Hasil ini dapat mendorong pemerintah dan pengambil kebijakan pendidikan Islam untuk memperluas akses dan dukungan terhadap pembelajaran teknologi di madrasah.

Rekomendasi Penelitian Lanjutan

- Lakukan studi longitudinal untuk mengamati dampak jangka panjang terhadap kesiapan kerja atau pilihan karier siswa.
- Teliti penerapan model serupa pada madrasah atau sekolah dengan latar belakang sosial ekonomi berbeda.
- Kembangkan instrumen penilaian PjBL yang lebih terintegrasi antara aspek teknis dan non-teknis.
- Libatkan mitra industri atau universitas dalam pengembangan proyek untuk memberikan tantangan dan pembimbingan yang lebih relevan.

Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan pembelajaran teknologi di tingkat pendidikan menengah berbasis agama. Kebaruan (novelty) utama dari artikel ini adalah penerapan pendekatan Project-Based Learning (PjBL) dalam kegiatan ekstrakurikuler robotika di lingkungan Madrasah Aliyah—sebuah konteks pendidikan yang masih jarang dijadikan subjek dalam studi-studi teknologi dan pendidikan vokasi. Penelitian ini juga menambahkan dimensi baru dalam literatur PjBL dengan menggabungkan penguatan kompetensi teknis (hard skills) dan karakter siswa (soft skills) dalam satu proses pembelajaran terintegrasi. Temuan ini dapat menjadi pijakan dalam merancang model pembelajaran yang adaptif, aplikatif, dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21.

Secara praktis, artikel ini memberikan panduan implementatif bagi sekolah yang ingin mengembangkan program robotika dengan keterbatasan sumber daya, memanfaatkan potensi ekstrakurikuler sebagai medium pembelajaran. Secara akademis, hasil penelitian memperkaya diskursus pendidikan berbasis proyek dalam konteks madrasah. Dari sisi kebijakan, artikel ini mendorong pembuat kebijakan untuk memberi perhatian lebih terhadap pengembangan infrastruktur, pelatihan guru, dan dukungan program teknologi berbasis karakter di lingkungan pendidikan Islam.

Meskipun penelitian ini memberikan hasil yang positif, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, penelitian ini hanya dilakukan di satu madrasah dengan jumlah responden terbatas, sehingga generalisasi hasil ke seluruh populasi madrasah perlu dilakukan dengan hati-hati. Kedua, data yang dikumpulkan bersifat kualitatif dan bersandar pada observasi serta wawancara, yang dapat dipengaruhi oleh subjektivitas informan. Ketiga, karena bersifat ekstrakurikuler, tidak semua siswa memiliki waktu dan komitmen yang sama untuk terlibat penuh dalam kegiatan, yang dapat memengaruhi keberhasilan proyek secara keseluruhan.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan pendekatan serupa di berbagai jenis sekolah, termasuk madrasah dengan latar belakang sosial ekonomi yang berbeda, guna menguji validitas model pembelajaran yang dikembangkan. Selain itu, perlu dilakukan penelitian kuantitatif dengan desain eksperimen atau quasi-eksperimen untuk mengukur efektivitas PjBL secara lebih sistematis. Pengembangan modul atau kurikulum robotika berbasis proyek juga menjadi langkah penting agar praktik ini dapat diadopsi secara formal. Terakhir, kolaborasi antara sekolah, dunia industri, dan perguruan tinggi akan sangat bermanfaat dalam meningkatkan kualitas dan relevansi program pembelajaran berbasis teknologi di pendidikan menengah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan soft skills memiliki dampak yang signifikan terhadap kesiapan kerja siswa SMK Taruna Surabaya. Program pelatihan komunikasi, kerja tim, etika kerja, dan kepemimpinan yang diterapkan dalam proses pembelajaran terbukti meningkatkan keterampilan non-teknis siswa secara efektif. Data yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam berbagai aspek soft skills, seperti kemampuan berbicara di depan umum, kerja sama dalam tim, disiplin kerja, dan adaptasi terhadap teknologi.

Implementasi pembelajaran berbasis proyek serta program magang industri memberikan pengalaman langsung bagi siswa dalam menghadapi tantangan dunia kerja. Magang industri, khususnya, telah membantu siswa dalam mengembangkan etika kerja yang lebih baik, meningkatkan tanggung jawab individu, serta membangun sikap profesional yang lebih matang. Selain itu, penggunaan teknologi dalam pembelajaran juga berperan penting dalam mempercepat adaptasi siswa terhadap digitalisasi di dunia industri.

Meskipun penelitian ini menunjukkan hasil yang positif, masih terdapat tantangan dalam pengembangan soft skills siswa SMK, seperti kurangnya keterlibatan industri dalam memberikan pelatihan berkelanjutan serta keterbatasan fasilitas di sekolah untuk

mendukung praktik soft skills secara maksimal. Oleh karena itu, kolaborasi antara sekolah, industri, dan pemerintah perlu diperkuat untuk menciptakan program yang lebih relevan dengan kebutuhan pasar kerja.

Dengan adanya hasil penelitian ini, diharapkan sekolah dapat lebih menyesuaikan kurikulum agar mencakup lebih banyak aspek soft skills yang dibutuhkan di dunia kerja. Selain itu, industri juga diharapkan lebih aktif dalam memberikan pelatihan dan mentoring bagi siswa SMK agar mereka dapat lebih siap dalam menghadapi persaingan di dunia kerja yang semakin kompetitif.

REFERENSI

- Anfasa, I. and Sutrisno, I. (2021). RANCANG BANGUN INTEGRASI SCADA PADA SISTEM CRUSHING DAN BARGE LOADING CONVEYOR. *Jurnal Conference on Automation Engineering and Its Application*.
- Danis B, Agus K, Projek P, Mohammad B, and Sutrisno, I. (2019). Ball Direction Prediction for Wheeled Soccer Robot Goalkeeper Using Trigonometry Technique. *Applied Technology and Computing Science Journal*.
- Budianto, I. et al (2020). Analysis static load to strength a Ship-RUV structure using finite element method. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1175 (2021) 012017*.
- Hakim, A. S., & Munaf, R. (2019). Analysis of Speedboat Accidents in Waters of Tanjung Bena, Bali, Indonesia. *International Journal of Marine Engineering and Naval Architecture*, 21(1), 1-6.
- Hananur, R. N. and Sutrisno, I. (2018). Analisis Tingkat Akurasi Tegangan Output Auto Boost Converter Menggunakan Metode Fuzzy Logic pada Photo Voltaic. *Seminar MASTER PPNS*.
- Hasugian, S., Rahmawati, M. and Sutrisno, I. (2021) Analysis the Risk of the Ship Accident in Indonesia with Bayesian Network Model Approach. *Annals of R.S.C.B., ISSN:1583-6258, Vol. 25, Issue 2, Pages. 3341 - 3356*
- Hayati, N. F., & Munaf, R. (2018). Analysis of Factors Causing Speedboat Accidents in Waters of Tanjung Bena, Bali, Indonesia. *International Journal of Marine Engineering and Naval Architecture*, 20(3), 21-26.
- Iskandar, Dewa, P., and Sutrisno, I. (2022). Prototype of Bridge Navigational Watch Alarm System Equipped Obstacle Warning System Based on Image Processing and Real-Time Tracking. *International journal of Marine Engineering and Research. Volume 7. No 1*.
- Jami'in, M. A., Sutrisno, I., and Hu, J. (2015). *The State-Dynamic-Error-Based Switching Control under Quasi-ARX Neural Network Model*. AROB 20th B-Con Plaza, Beppu, Japan
- Jami'in, M. A., Sutrisno, I., and Hu, J. (2014). Nonlinear Adaptive Control for Wind Energy Conversion Systems Based on Quasi-ARX Neural Network Model. *International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (IMECS'2014) (Hongkong)*.
- Khumaidi, A. et al (2018). Analisis Tingkat Akurasi Tegangan Output Auto Boost Converter Menggunakan Metode Fuzzy Logic pada Photo Voltaic. *Seminar MASTER PPNS*.
- Kurniawan, A., & Munaf, R. (2017). Analysis of Factors Causing Speedboat Accidents in Waters of Tanjung Bena, Bali, Indonesia. *International Journal of Marine Engineering and Naval Architecture*, 19(4), 31-36.
- Mohammad B, Sutrisno, I., Budianto, Santosa, A. W. B., and Nofandi, F (2020). Vibration Analysis of Ship-RUV Structure in Operational Conditions. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 519 012045*
- Munaf, R., & Handayani, H. F. (2016). Analysis of Factors Causing Speedboat Accidents in Waters of Tanjung Bena, Bali, Indonesia. *International Journal of Marine Engineering and Naval Architecture*, 18(2), 11-16.

- Nofandi, F., Devandra, RH., Hasugian, S., Sutrisno, I., Setiawan. E. Design floating robot of shallots irrigation with GPS based and using the waypoint navigation method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*
- Rifai, M., et al (2021). Dynamic time distribution system monitoring on traffic light using image processing and convolutional neural network method. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 1175.
- Santosa, AWB., Hardianti, A., Hasugian, S., Sutrisno, I., Khumaidi, A. (2021). Safe distance reminder system on ship against port for the standing process using image processing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.
- Sutrisno, I. (2020). Vibration Analysis of Ship-RUV Structure in Operational. *International Conference Earth Science & Energy*
- Sutrisno, M. and Muhammad F, dkk, (2019). Implementation of Backpropagation Neural Network and Extreme Learning Machine of pH Neutralization Prototype. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1196 012048
- Sutrisno, I. (2009). *Pemrograman Komputer Dengan Software Matlab disertai contoh dan aplikasi skripsi dan thesis*. ITS Press.
- Sutrisno, I., et al (2013). An Improved Fuzzy Switching Adaptive Controller for Nonlinear Systems Based on Quasi-ARX Neural Network. *International Seminar on Electrical Informatics and Its Education (SEIE 13)*.
- Sutrisno, I. et al (2013). Implementation of Lyapunov Learning Algorithm for Fuzzy Switching Adaptive Controller Modeled Under Quasi-ARX Neural Network. *Inter. Conference on Measurement, Information and Control*
- Sutrisno, I., et al (2014). Nonlinear Model-Predictive Control Based on Quasi-ARX Radial-Basis Function-Neural-Network. *2014 8th Asia Modelling Symposium*.
- Sutrisno, I., Che, C. and Hu, J. (2014). *Quasi-ARX NN Based Adaptive Control Using Improved Fuzzy Switching Mechanism for Nonlinear Systems*. AROB 19th B-Con Plaza, Beppu, Japan.
- Sutrisno, I. and Jami'in, M. A. (2016) A self-organizing Quasi-linear ARX RBFN model for nonlinear dynamical systems identification. *SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration*.
- Sadeghi, H., & Kardan, A. A. (2023). A project-based learning method for enhancing mechatronics education using virtual laboratories. *Education and Information Technologies*, 28(1), 215–233. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11448-5>
- Marais, M. A., et al. (2022). Design-based learning to improve student engagement in mechatronics. *Education for Chemical Engineers*, 40, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2022.07.004>
- Mohan, D., & Kulkarni, A. (2023). Project-based learning with Raspberry Pi in vocational education. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 13(1), 24–33. <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i1.30577>
- McLain, T. W., et al. (2016). A remotely operated vehicle (ROV) curriculum for STEM education. *Journal of Technology Education*, 28(2), 34–50. <https://doi.org/10.21061/jte.v28i2.a.3>
- Abeywardena, I. S., et al. (2020). Review of project-based learning models for technical and vocational education. *International Journal of Training Research*, 18(4), 333–348. <https://doi.org/10.1080/14480220.2020.1858326>
- Elattar, H. F. (2021). Design and development of remotely operated underwater vehicles for education and research. *Ocean Engineering*, 234, 109253. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.109253>
- Bouzakis, K. D., et al. (2017). Advanced training for mechatronics engineers: A case study using underwater robotics. *Procedia CIRP*, 60, 442–447. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.063>
- Maknickas, A., & Maknickas, L. (2016). Mechatronics learning using real-time 3D modeling. *Procedia Engineering*, 149, 330–335. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.680>

- Ramakrishnan, S., & Sivakumar, M. (2019). An experimental study of ROV design-based learning. *Procedia Computer Science*, 172, 953–960. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.136>
- Barak, M. (2020). Distance education: Barriers and technologies. *Education and Information Technologies*, 25, 2939–2956. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10364-4>
- Papadakis, S. (2022). Robotics and coding in early childhood education: A review. *Computers in Human Behavior Reports*, 7, 100204. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2022.100204>
- Vongkulluksn, V. W., et al. (2018). Project-based learning and self-efficacy in technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 66, 1229–1249. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9585-6>
- Alimisis, D. (2019). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 10(1), 63–71. <http://earthlab.uoi.gr/theste/index.php/theste/article/view/245>
- Bumbacher, E. W., et al. (2020). Short-term and long-term effects of project-based science curriculum. *Science Education*, 104(5), 873–896. <https://doi.org/10.1002/sce.21591>
- Krajcik, J., & Shin, N. (2021). Project-based learning: A research review. *Educational Psychologist*, 56(4), 234–248. <https://doi.org/10.1080/00461520.2021.1915386>
- Rachmat, H., & Suwignyo, H. (2021). Pengembangan media robot edukatif berbasis mikrokontroler. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 28(1), 1–8. <https://doi.org/10.21831/jptk.v28i1.37309>
- Khoirunnisa, A., et al. (2018). The effectiveness of project-based learning on student creativity. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 7(2), 76–84. <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v7i2.12046>
- Nasruddin, N., et al. (2021). The influence of learning styles and PjBL toward students' creativity. *International Journal of Instruction*, 14(1), 171–188. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14110a>
- Gómez-Pablos, V. B., et al. (2020). Project-based learning (PBL) in engineering education. *Sustainability*, 12(10), 4063. <https://doi.org/10.3390/su12104063>
- Haryono, Y., & Nurcahyo, M. (2020). Robotika sebagai media pembelajaran. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*, 6(1), 44–50. <https://doi.org/10.26555/jiteki.v6i1.17908>

Copyright Holder :

© Didik Sukoco et al., (2025).

First Publication Right :

© Bulletin of Community Engagement

This article is under:

CC BY SA