

Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek Menggunakan Internet of Things (IoT) pada Pembuatan Tong Sampah Otomatis di SMK Negeri 1 Tuah Kemuning, Indragiri Hilir

Haris Tri Saputra^{1*}, Imam Suri Tauladan², Apriwandi³, Teguh Sujana¹,
Musyaffa Rifqi Harimardika⁴, Aisha Gemala Jondya⁵, Firdaus⁶

¹Program Studi S1 Sistem Informasi, Universitas Riau

²Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Riau

³Program Studi S1 Fisika, Universitas Riau

⁴Program Studi S1 Arsitektur, Universitas Riau

⁵Program Studi S1 Teknik Informatika, Universitas Riau

⁶Program Studi D3 Teknik Elektro, Universitas Riau

haristrisaputra@lecturer.unri.ac.id*

Abstrak

Kesenjangan antara kurikulum pembelajaran dan kebutuhan teknologi industri semakin nyata dalam Pendidikan Tingkat Menengah Kejuruan (SMK), khususnya terkait belum diterapkannya teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam proses pembelajaran. Kondisi ini mendorong perlunya penguatan keterampilan berbasis teknologi terkini bagi siswa melalui kegiatan nyata yang relevan. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan untuk mengimplementasikan teknologi IoT melalui pembuatan tong sampah otomatis pada SMK Negeri 1 Tuah Kemuning Indragiri Hilir. Selain peningkatan kesadaran pengelolaan sampah, kegiatan PkM ini merupakan solusi inovatif terhadap penguatan keterampilan berbasis teknologi terkini. Kegiatan PkM ini dilaksanakan dengan menggunakan metode pembelajaran berbasis proyek yang melalui tiga tahapan utama yaitu Perencanaan Kegiatan Mitra, Pelatihan Teknis dan Perakitan, Pengujian Fungsional dan Refleksi Hasil. Dalam tahapan pelatihan dan implementasi, awal kegiatan dimulai dengan memberikan penjelasan konsep dasar IoT kepada guru dan siswa. Selanjutnya, kegiatan desain dan pembuatan rancang bangun tong sampah otomatis yang dilengkapi dengan sensor mendeteksi volume sampah. Tong sampah otomatis juga dilengkapi dengan sistem notifikasi berbasis aplikasi mobile dengan tujuan memudahkan pengelolaan sampah secara efisien. Selain itu, implementasi IoT dalam pengelolaan sampah bertujuan untuk memperkenalkan konsep *smart city* yang ramah lingkungan dan mengedukasi generasi muda tentang pentingnya pengelolaan sampah berbasis teknologi. Hasil dari kegiatan PkM ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT dapat memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kualitas lingkungan sekolah serta meningkatkan dan keterampilan siswa dalam bidang teknologi. Dari hasil pengukuran kuantitatif dapat disimpulkan bahwa, sebesar 96,67% mahasiswa berhasil memahami penerapan konsep teknologi IoT.

Kata Kunci:

Internet of Things (IoT), Pengelolaan Sampah, Teknologi, Sekolah Menengah Kejuruan.

1. Pendahuluan

Sektor pendidikan vokasi di Era transformasi digital memerlukan integrasi teknologi pintar seperti *Internet of Things* (IoT) ke dalam proses pembelajaran dan praktik [1]. Sekolah vokasi kejuruan bertujuan menghasilkan dan mempersiapkan lulusan untuk dunia kerja yang mengikuti perkembangan Industri 4.0. termasuk desain sistem otomasi berbasis IoT [2]. Namun, saat ini penerapan IoT pada kurikulum sekolah vokasi kejuruan masih terbatas, terutama di daerah terpencil dan sekolah dengan akses terbatas ke sumber daya teknologi salah satunya SMK N 1 Tuah Kemuning Indragiri Hilir.

Belum adanya penerapan IoT pada Kurikulum Jurusan Teknik Komputer dan Jaringan SMK N 1 Tuah Kemuning Indragiri Hilir, menjadikan kesenjangan antara kurikulum dan penerapan teknologi industri semakin nyata. Padahal, pemanfaatan penggunaan IoT saat ini semakin mudah untuk diterapkan dengan memanfaatkan melalui *embedded system* [3], [4]. Kesenjangan kurikulum tersebut dapat mempengaruhi kesiapan lulusan vokasi di jenjang sekolah menengah kejuruan yang menghadapi tantangan dunia otomasi dan konektivitas [5], [6]. Untuk menjawab permasalahan yang ada diajukan Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat "*Implementasi Teknologi Internet of Things (IoT)*". Kegiatan PkM yang akan dilakukan dengan menggunakan pendekatan berbasis metode pembelajaran proyek atau *workshop*. Pemilihan pendekatan metode pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan kompetensi teknis siswa Sekolah Menengah Kejuruan di Bidang IoT dengan tujuan menjadikan siswa sebagai perekayasa [7]. Dalam pelaksanaan pelatihan ini, peserta terlibat dalam desain, perakitan dan pemrograman perangkat.

Kebaruan dari kegiatan PkM yang akan dilaksanakan adalah integrasi pembelajaran IoT dengan pemecahan masalah lingkungan. Siswa tidak hanya berpartisipasi dalam pelatihan, namun berperan sebagai perekayasa solusi. Dengan adanya pelatihan berbasis *workshop* IoT mampu mendukung transformasi pembelajaran SMK N 1 Tuah Kemuning Indragiri Hilir menuju pendidikan yang beradaptasi berdasarkan perkembangan IPTEKS.

2. Metode Kegiatan

Kegiatan PkM ini dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis proyek. Metode yang digunakan bertujuan untuk pembelajaran aktif dan keterampilan teknis yang sesuai dengan luaran yang diharapkan pada bidang vokasi. Selain itu, metode yang digunakan bertujuan untuk mengatasi kelemahan pelatihan yang hanya berfokus pada transfer pengetahuan tanpa melibatkan peserta. Adapun metode yang diimplementasikan pada pelaksanaan kegiatan pelatihan implementasi teknologi IoT melalui 3 tahapan utama:

2.1 Tahap Perencanaan Kegiatan

Untuk memastikan pelatihan berjalan dengan efektif dilakukan beberapa tahapan perencanaan kegiatan:

1. Identifikasi permasalahan dengan mitra untuk menyelesaikan permasalahan utama terkait integrasi teknologi IoT dengan kurikulum yang berlaku.
2. Perumusan Solusi dengan memberikan pelatihan dan implementasi perangkat IoT dalam bentuk tong sampah otomatis sebagai media pembelajaran kontekstual.

3. Menyusun materi yang relevan untuk mengenalkan konsep dasar teknologi IoT sebagai solusi permasalahan lingkungan sekolah mencakup konsep dasar IoT, dasar-dasar elektronika, pemrograman mikrokontroler, serta pembuatan sistem deteksi sampah berbasis sensor.

2.2 Tahap Pelatihan Teknis dan Implementasi

Pelaksanaan pelatihan dilakukan secara struktur melalui sesi kegiatan berikut ini:

1. Sesi Pelatihan: Tahapan awal yang dilakukan adalah sesi pelatihan. Pada sesi ini tidak hanya menjelaskan cara kerja IoT, namun penjelasan implementasi proyek teknologi IoT melalui pembuatan produk tong sampah otomatis.
2. Sesi Teknis: Pada tahapan ini fokus terhadap pembelajaran teknis perakitan *hardware* dan pemrograman sistem. Peserta secara efisien diorganisasikan ke dalam lima kelompok kerja kecil yang masing-masing beranggotakan empat orang, masing-masing dengan tugas khusus yang ditetapkan berdasarkan fungsi sistem—tim sensor, tim aktuator, tim jaringan, dan tim antarmuka.
3. Pendampingan dan Tanya Jawab: Tahapan selanjutnya melakukan pendampingan dalam penyelesaian proyek. Pada tahapan ini menggunakan pendekatan instruksi bertahap selama proses pembelajaran, memberikan panduan terperinci sambil secara bertahap mengurangi ketergantungan peserta pada instruktur. Selain itu, peserta diberikan untuk mengajukan pertanyaan terkait materi yang telah dipaparkan.

2.3 Tahap Evaluasi

Untuk mengukur tingkat keberhasilan pelatihan implementasi teknologi IoT yang menghasilkan produk tong sampah otomatis, terdapat 2 metode evaluasi yang dilakukan pada kegiatan ini yaitu:

1. Pengujian fungsional (deskriptif) yaitu mengamati produk masing-masing kelompok melalui pengujian sistem dan presentasi hasil kelompok. Pengujian dilakukan untuk memastikan:
 - a) produk dapat mendeteksi objek di depan sensor,
 - b) respon aktuator untuk membuka dan menutup tong sampah,
 - c) dan pembacaan data berat secara akurat sambil mengirimkan pemberitahuan status sampah ke antarmuka pengguna [8], [9].
2. Refleksi hasil pelatihan dan evaluasi kompetensi peserta dilakukan untuk mengukur keberhasilan pembelajaran berbasis kompetensi dari peserta [10]. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan media pembelajaran interaktif untuk memudahkan proses penilaian kompetensi dari peserta berbasis aplikasi *socratic* [11]. Indikator penilaian berfokus kepada peningkatan pemahaman konsep dasar IoT dan kemampuan menganalisis dan mengimplementasikan skema rangkaian, dan dan sistem.
3. Selain itu, dilakukan refleksi hasil berupa kuesioner kepuasan dan wawancara terbuka terhadap peserta untuk mengetahui perubahan sikap dan motivasi terhadap teknologi berbasis IoT.

3. Hasil dan Pembahasan

Kompetensi Lulusan Jurusan Teknik Komputer di SMK Negeri 1 Tuah Kemuning Indragiri Hilir adalah mencakup kompetensi keahlian yang terintegrasi terhadap perkembangan teknologi. Kompetensi Lulusan tercermin dari kompetensi keahlian yang ditawarkan yaitu *IT Support*, *Programmer*, *Teknik Jaringan Komputer*, *Administrator Jaringan*, *Mikrotik Engineer* dan *Wirausahawan*. Dengan demikian,

sasaran kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat yang mencakup seluruh bidang kompetensi lulusan dinilai tepat untuk dilaksanakan, dengan tujuan memiliki mental inovatif, *problem solver* dan siap menghadapi tantangan di era digital berbasis IoT [12], [13]. Hasil dari kegiatan ini akan dijelaskan berdasarkan tahapan utama yang diuraikan dalam metode kegiatan yang diimplementasikan.

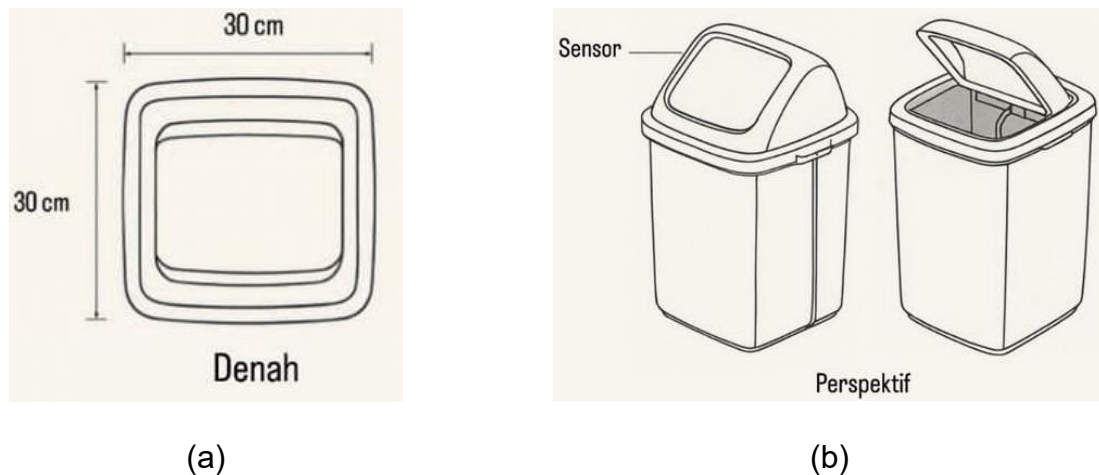
3.1 Hasil Perencanaan Kegiatan dengan Mitra

Pada tahap perencanaan kegiatan, pihak sekolah secara aktif menjalin komunikasi dengan mitra kerja industri maupun mitra dari perguruan tinggi. Kerjasama dengan berbagai stakeholder diharapkan mampu sebagai solusi dalam menghadapi tantangan perkembangan teknologi terkhusus pada Jurusan Teknik Komputer SMK N 1 Tuah Kemuning, Indragiri Hilir. Tahap awal yang dilakukan dengan SMK N 1 Tuah Kemuning melakukan identifikasi permasalahan. Identifikasi awal diperoleh kesimpulan bahwa adanya kesenjangan perkembangan teknologi dengan Kurikulum Jurusan Teknik Komputer yaitu teknologi IoT. Melalui hasil diskusi dengan mitra yang diwakili oleh Kepala Sekolah serta Ketua Jurusan Teknik Komputer, pihak SMK menyambut baik rencana kegiatan ini.

Setelah melakukan diskusi dengan pihak sekolah, langkah selanjutnya yaitu menentukan materi penerapan IoT yang menghasilkan sebuah produk. Tahapan ini menjadi hal dasar tujuan sekolah vokasi yaitu membuahkan hasil yang signifikan dari aspek teknis dan sosial. Untuk memenuhi kriteria tersebut diusulkan kegiatan PkM dengan tema penerapan IoT melalui pembuatan produk tong sampah sebagai solusi permasalahan di Lingkungan Sekolah. Pemilihan metode berbasis pembelajaran proyek telah melalui hasil kesepakatan dengan pihak sekolah, dengan rancangan kegiatan yaitu: 1) Pembuatan prototipe tempat sampah otomatis berbasis IoT. 2) Perakitan perangkat keras. 3) Pemrograman mikrokontroler. 4) Pengujian fungsi sistem. Sehingga pelaksanaan kegiatan ini dilaksanakan selama 3 (tiga) hari. Hasil dari tahap ini menunjukkan adanya dukungan struktural dari pihak sekolah untuk integrasi teknologi baru. Hal ini menunjukkan adanya perubahan kebijakan internal sekolah ke arah yang lebih inovatif dan adaptif terhadap perkembangan teknologi.

3.2 Hasil Tahap Pelatihan Teknis dan Perakitan

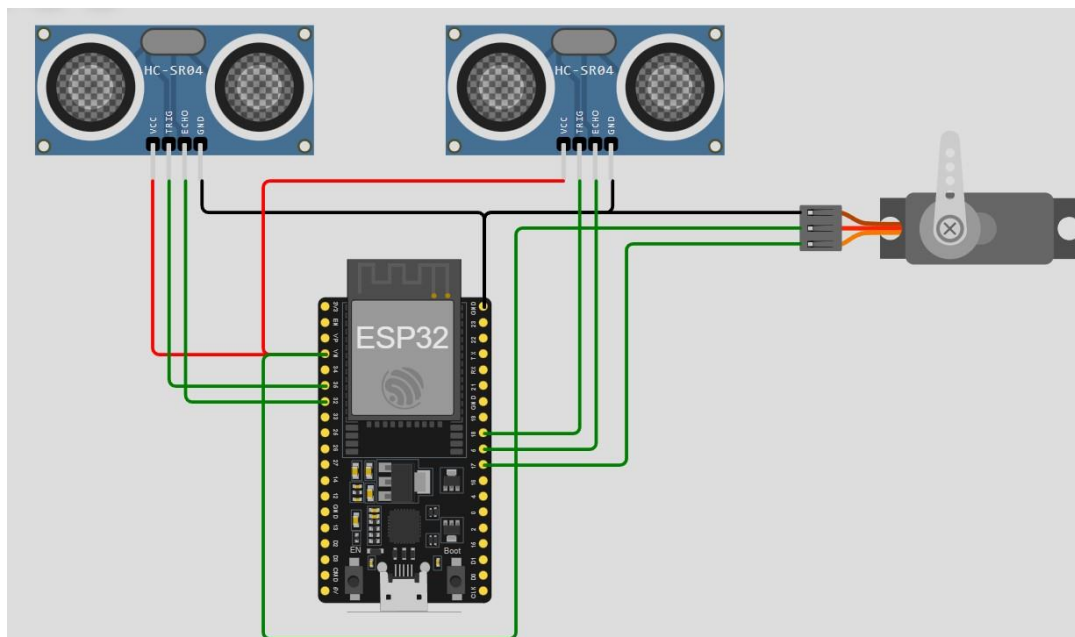
Tahapan kegiatan yang diadakan pada hari kedua yaitu tahap pelatihan teknis dan perakitan. Untuk memperkuat dasar pengetahuan siswa terkait teknologi IoT, kegiatan awal menjelaskan konsep sistem otomasi berbasis IoT melalui diagram blok sistem. Sesi kegiatan ini bertujuan untuk menilai pengetahuan awal siswa dan memberikan pemahaman tentang tantangan teknis yang akan dihadapi dalam pembuatan produk tong sampah otomatis. Tim pelatihan tidak hanya menyampaikan materi melalui metode ceramah, namun penggunaan media visual seperti simulasi rangkaian. Untuk menghasilkan pelatihan yang efektif, efisien dan berkelanjutan, sebelum melanjutkan ke tahapan perakitan perlu adanya proses desain. Proses desain bertujuan untuk menghasilkan produk tong sampah berbasis IoT yang ergonomi dan ramah pengguna. Dimensi, peletakan sensor dan mekanisme tutup otomatis pada produk tong sampah berbasis IoT yang akan diterapkan terlihat pada Gambar 1.



(a) (b)
Gambar 1. (a) Dimensi Desain Tong Sampah IoT Tampak Atas, (b) Gambar 3D Desain Tong Sampah IoT.

Perakitan sistem tong sampah IoT dilakukan dengan melalui beberapa tahapan utama. Adapun tahapan perakitan yaitu persiapan dan perakitan komponen, pemasangan komponen pada tong sampah, pemrograman mikrokontroler dan pengujian sistem. Komponen yang digunakan pada rangkaian sistem tong sampah berbasis IoT menggunakan ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04 dan servo motor sebagai penggerak tutup tong sampah. Dalam sistem tong sampah IoT membutuhkan 2 sensor HC-SR04 seperti yang terlihat pada Gambar 2. Sensor 1 berfungsi sebagai pendeteksi tangan pengguna bertujuan untuk membuka atau menutup tutup tong sampah. Sensor 2 berfungsi sebagai pendeteksi isi tempat sampah yang bertujuan untuk mengetahui status penuh pada tong sampah. Jika sensor aktif, sensor akan memberikan perintah ke kontroler ESP32 untuk mengaktifkan motor servo. Kontroler utama yang digunakan pada sistem tong sampah IoT ini adalah ESP32 yang dapat terhubung ke internet. Platform pemrograman yang digunakan adalah Arduino IDE, sedangkan *interface* pemantauan berbasis web dikembangkan menggunakan layanan *Blynk*.

Setiap kelompok siswa memulai dengan merancang sistem pada *project board*. Setelah berhasil merangkai rangkaian elektronika, siswa dibimbing untuk melakukan pemrograman ke kontroler ESP32. Selama proses ini, siswa menghadapi berbagai tantangan teknis, seperti kesalahan pengkodean (kesalahan sintaksis), koneksi sensor yang tidak dapat dibaca dan masalah dengan komunikasi serial. Fasilitator memberikan panduan dan mendorong siswa untuk mengidentifikasi akar permasalahan secara mandiri dengan tujuan menumbuhkan keterampilan berpikir kritis. Pelatihan ini telah memberikan dampak jangka pendek berupa peningkatan kompetensi teknis siswa dalam bidang IoT serta perubahan sikap dari pasif menjadi aktif dalam proses belajar. Dalam jangka panjang, kegiatan ini mendorong siswa untuk lebih terbuka terhadap peluang kerja di bidang otomasi dan teknologi terapan.



Gambar 2. *Wiring Diagram* Tong Sampah Otomatis berbasis IoT.

3.3 Hasil Tahap Pengujian Fungsional dan Refleksi Hasil

Pada hari ketiga, semua kelompok berhasil menyelesaikan prototipe tempat sampah otomatis, yang mencakup fitur-fitur dasar yang berfungsi secara efektif. Ketika suatu objek (tangan atau sampah) berada dalam jarak 20 cm dari sensor, motor servo secara otomatis membuka tutup tempat sampah dan kemudian menutupnya setelah interval 5 detik. Selain itu, berat sampah yang masuk dicatat melalui sensor sel beban, yang dapat dipantau melalui aplikasi Blynk di telepon pintar, yang memberikan informasi tentang jumlah kapasitas yang telah terisi. Hasil ini membuktikan bahwa siswa mampu menerapkan teknologi yang sesuai dengan standar industri dalam konteks lingkungan sekolah. Hal ini menunjukkan adanya potensi integrasi sistem serupa dalam manajemen fasilitas sekolah secara lebih luas.

Proses pengujian berlangsung di lingkungan sekolah, dengan simulasi skenario dunia nyata. Setiap kelompok mempresentasikan pekerjaan mereka, menjelaskan alur sistem, dan secara langsung mendemonstrasikan fungsionalitas alat tersebut. Pengamatan dan catatan instruktur menunjukkan bahwa 4 dari 5 kelompok berhasil mengintegrasikan semua fungsi sistem. Gambar 3 merupakan dokumentasi tahap pengujian fungsional.

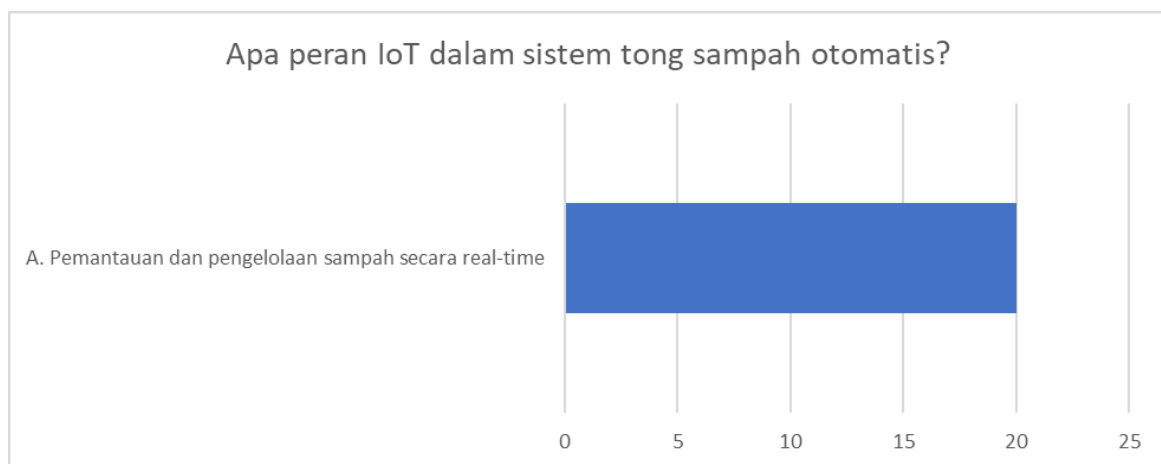
Pada sesi akhir pelaksanaan tahapan, refleksi hasil diterapkan untuk mengukur tingkat pemahaman siswa. Pengukuran pemahaman siswa dilakukan dengan menggunakan media pembelajaran interaktif yang bertujuan untuk memudahkan proses penilaian. Kategori pertanyaan terkait pemahaman IoT pada sistem tong sampah otomatis ini ditampilkan pada Tabel 1. Selain peningkatan pemahaman teknis, kegiatan ini menunjukkan perubahan sosial berupa meningkatnya kerja sama tim, komunikasi antarsiswa, dan rasa kepemilikan terhadap inovasi yang dihasilkan. Peningkatan ini berdampak positif terhadap budaya belajar di sekolah secara menyeluruh. Adapun untuk hasil pengukuran pemahaman siswa dibidang IoT dapat dilihat melalui Gambar 4 dan 5.



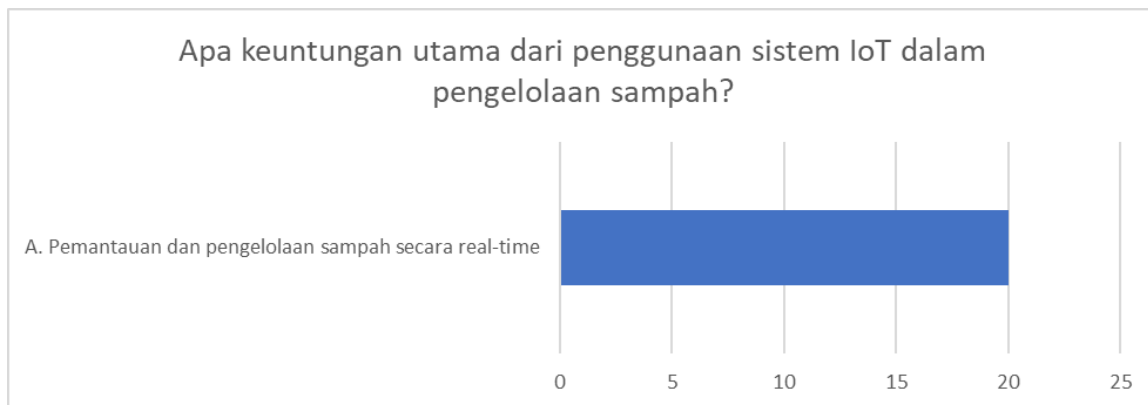
Gambar 3. Dokumentasi Pengujian Fungsional Produk Tong Sampah Otomatis.

Tabel 1. Kategori pertanyaan terkait pemahaman IoT pada sistem tong sampah otomatis

No	Kategori Pengukuran	Pertanyaan	Interpretasi Hasil
1	Peran Teknologi IoT	Apa peran IoT dalam sistem tong sampah otomatis?	Responden memahami bahwa IoT berfungsi sebagai sistem pemantauan dan kendali data.
2	Manfaat Implementasi IoT	Apa keuntungan utama dari penggunaan sistem IoT dalam pengelolaan sampah?	Diketahui bahwa responden menilai manfaat utama IoT pada efisiensi pengelolaan.



Gambar 4. Pengukuran Pemahaman Dasar IoT pada Produk Tong Sampah Otomatis.



Gambar 4. Pengukuran Pemahaman Dasar IoT pada Produk Tong Sampah Otomatis.

4. Kesimpulan

Kegiatan penerapan pembelajaran berbasis proyek melalui pembuatan tong sampah otomatis berbasis IoT di SMK N 1 Tuah Kemuning – Indragiri Hilir telah berhasil dilaksanakan dengan baik. Dari hasil pengukuran pemahaman siswa dapat disimpulkan bahwa: 1) Kegiatan ini mampu meningkatkan keterampilan siswa dalam merancang rangkaian elektronika dan pemrograman mikrokontroler. 2) Melalui kegiatan ini siswa berhasil menerapkan teknologi IoT secara *real* melalui pembuatan produk tong sampah otomatis. 3) Kegiatan berbasis proyek ini terbukti memperkuat kompetensi siswa dalam bidang kejuruan dan industri 4.0. Dari hasil pengukuran kuantitatif disimpulkan bahwa dari 20 peserta, sebesar 96,67% mahasiswa berhasil memenuhi kompetensi yang telah ditetapkan. Lebih lanjut, kegiatan ini mendorong pihak sekolah untuk mulai membuka ruang integrasi teknologi IoT ke dalam kurikulum jurusan Teknik Komputer dan Jaringan, yang sebelumnya belum tersedia secara eksplisit. Fakta-fakta tersebut menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian ini tidak hanya berhasil dalam aspek implementatif, tetapi juga memberikan kontribusi jangka pendek dan jangka panjang terhadap penguatan kapasitas individu dan institusi dalam menghadapi tantangan pendidikan kejuruan di era transformasi digital.

Ucapan Terima Kasih

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak SMKN 1 Tuah Kemuning, Indragiri Hilir, pihak Fakultas Teknik Universitas Riau dan pihak Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau yang mendukung serta berkontribusi dalam pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini.

Referensi

- [1] I. Mualana, U. Rosalina, M. A. Setiawan, and G. A. Suryadi, "Peningkatan Motivasi dan Keterlibatan Siswa melalui Pembelajaran Berbasis Embodied Learning pada Materi Internet of Things (IoT).pdf," *J. Pendidik. Teknol. Indones.*, vol. 4, no. 5, pp. 195–206, 2024, doi: <http://dx.doi.org/10.52436/1.jpti.473>.
- [2] K. Rizky, N. Wardani, E. Fitriani, A. R. Mukti, and M. Kumroni, "Edukasi Internet of Things (IoT) Sebagai Upaya Pengenalan Teknologi Digital Pada Siswa SMK," *J. Pengabd. Masy. Bangsa*, vol. 3, no. 3, pp. 1143–1153, 2025, doi: <https://doi.org/10.59837/jpmba.v3i3.2366>.
- [3] J. A. J. F. N. D. R. R. Arijanto, B. Daniawan, and A. Leo, "Implementasi Internet

- of Things (IoT) dalam Pelatihan Siswa Multimedia SMK Setia Bhakti,” *J. Abdimas Berdaya J. Pembelajaran, Pemberdaya. dan Pengabdi. Masy.*, vol. 7, no. 1, pp. 55–62, 2024, doi: <https://doi.org/10.30736/jab.v7i1.608>.
- [4] I. S. Tauladan, H. N. Syamsir, M. Sahar, and B. Ihsan, “Pelatihan Electrical Transient Analysis Program Software (ETAP) Mendukung Program Teaching Factory (TEFA) pada Tingkat Sekolah Menengah Kejuruan (SMK),” *BATOBO J. Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 02, no. 02, pp. 111–118, 2024, doi: <https://doi.org/10.31258/batobo.2.2.111-118>.
- [5] R. Ubihatun, A. I. Aliyya, F. Wira, V. I. Ardhelia, and D. O. Radianto, “Tantangan dan Prospek Pendidikan Vokasi di Era Digital,” *Abstr. J. Ilmu Seni, Media dan Desain*, vol. 1, no. 3, pp. 01–11, 2024, doi: <https://doi.org/10.62383/abstrak.v1i3.118>.
- [6] Purnamawati and M. Yahya, *Model kemitraan SMK dengan dunia usaha dan dunia industri*. Makassar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar, 2019. doi: <https://doi.org/10.20961/jiptek.v16i2.72697>.
- [7] R. Angraini, I. Indrawan, A. Fransiska, and S. Naimah, “Analisis Program Pendidikan Vokasi dalam Menghadapi Tantangan Industri,” *J. Ilm. Manajemen, Ekon. dan Akunt.*, vol. 5, no. 1, pp. 17–36, 2025, doi: <https://doi.org/10.55606/jurimea.v5i1.870>.
- [8] N. Sathish Kumar, B. Vuayalakshmi, R. J. Prarthana, and A. Shankar, “IoT based smart garbage alert system using Arduino UNO,” *IEEE Reg. 10 Annu. Int. Conf. Proceedings/TENCON*, vol. 0, no. May, pp. 1028–1034, 2016, doi: [10.1109/TENCON.2016.7848162](https://doi.org/10.1109/TENCON.2016.7848162).
- [9] M. Patil, M. Kolte, R. Masarkar, and P. Wahurkar, “Design and Implementation of Smart Dustbin using IoT Notifications,” *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 6, no. 3, pp. 1314–1315, 2019, doi: <https://www.irjet.net/archives/V6/i3/IRJET-V6i3246>.
- [10] M. N. Malik, S. Soenarto, and F. Sudarsono, “The competency-based training model for vocational high school teachers from electrical expertise programs,” *J. Pendidik. Vokasi*, vol. 8, no. 3, p. 313, 2018, doi: [10.21831/jpv.v8i3.19877](https://doi.org/10.21831/jpv.v8i3.19877).
- [11] V. Kurtis and D. Irfan, “Development of Interactive Learning Media in Media and Telecommunication Network Subjects at Vocational High School,” *JTP - J. Teknol. Pendidik.*, vol. 26, no. 1, pp. 316–325, 2024, doi: [10.21009/jtp.v26i1.47954](https://doi.org/10.21009/jtp.v26i1.47954).
- [12] N. Maryanti and D. Apriana, “Kompetensi Siswa SMK dalam Menyongsong Revolusi Industri 4.0,” *Pros. Semin. Nas. Pendidik. Progr. Pascasarj. Univ. PGRI Palembang*, pp. 633–642, 2019, doi: <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/Prosidingpps/article/view/2587/2398>.
- [13] P. N. Handayaningtyas, Basori, and A. Tamrin, “Penerapan Project Based Learning Untuk Meningkatkan Aktivitas Dan Kompetensi Instalasi Sistem Operasi Berbasis Gui Dan Cli Pada Siswa Kelas X Tkj Di Smk N 1 Sawit,” *J. Ilm. Pendidik. Tek. dan Kejuru.*, vol. 11, no. 1, p. 8, 2019, doi: [10.20961/jiptek.v11i1.17990](https://doi.org/10.20961/jiptek.v11i1.17990).