

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi otomasi dalam industri telah membawa perubahan signifikan terhadap efisiensi dan produktivitas. *Conveyor system* sebagai salah satu komponen utama dalam proses produksi di industri telah berkembang dari sistem manual menjadi otomatis dengan integrasi teknologi mikrokontroler dan *Internet of Things* (IoT), demikian juga dengan kurikulum merdeka khusus nya jurusan Teknik Elektronika Industri yang sudah menekankan Capaian Pembelajaran dimana siswa terampil dalam Memanfaatkan *Internet of Things* (IoT) dalam pemrosesan data *logging*. Namun, di tingkat pendidikan, khususnya di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), masih terdapat kesenjangan antara kurikulum pembelajaran dan kebutuhan industri. Siswa pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri seringkali hanya mempelajari konsep dasar otomasi tanpa adanya media pembelajaran yang memadai untuk memahami aplikasi riil di industri.

Kondisi ideal menuntut siswa SMK untuk mampu menguasai teknologi otomasi terkini, termasuk *conveyor selector* otomatis yang banyak digunakan di industri manufaktur. Namun, kondisi riil menunjukkan bahwa fasilitas pembelajaran di SMK masih terbatas, terutama dalam hal alat peraga yang relevan dengan perkembangan industri (Purnomo, 2019). Kesenjangan ini menyebabkan lulusan SMK kurang siap menghadapi tantangan di dunia kerja, terutama dalam mengoperasikan dan memelihara sistem otomasi industri. Dampak dari

kesenjangan ini cukup serius. Pertama, siswa kesulitan memahami konsep otomasi secara komprehensif karena kurangnya praktik langsung. Kedua, industri harus mengeluarkan biaya tambahan untuk pelatihan ulang tenaga kerja yang baru lulus dari SMK. Ketiga, daya saing lulusan SMK di pasar kerja menjadi rendah, sehingga memengaruhi tingkat penyerapan tenaga kerja di sektor industri.

Penelitian-penelitian terbaru menunjukkan bahwa integrasi teknologi IoT dan mikrokontroler dalam media pembelajaran dapat meningkatkan efektivitas proses belajar mengajar di SMK. Misalnya, studi oleh Alyafi, Sumarna, dan Hidayat (2021) mengembangkan trainer kit mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis IoT sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran pemrograman, mikroprosesor, dan mikrokontroler di SMK Negeri 1 Sidoarjo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa trainer dan modul yang dikembangkan sangat valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Selain itu, penelitian oleh Ifani, Mariah, dan Syaiful (2021) mengembangkan media trainer Arduino Uno berbasis IoT sebagai media pembelajaran sistem pengendali elektronik di SMKN 1 Jetis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media tersebut sangat layak digunakan dan mendapatkan respon positif dari peserta didik. Di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan, Irfan (2023) mengembangkan media pembelajaran mikrokontroler berbasis trainer Arduino Uno R3 pada kelas XI program keahlian Teknik Audio Video. Hasilnya menunjukkan bahwa media pembelajaran tersebut sangat layak digunakan sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran pemrograman mikroprosesor dan mikrokontroler.

Beberapa alternatif solusi telah diusulkan untuk mengatasi kesenjangan ini. Pertama, pengembangan media pembelajaran berbasis proyek nyata, seperti prototipe *conveyor selector* otomatis, yang dapat memberikan pengalaman langsung kepada siswa. Kedua, integrasi teknologi IoT dalam media pembelajaran untuk mempersiapkan siswa menghadapi era Industri 4.0. Ketiga, kolaborasi antara sekolah dan industri dalam pengembangan kurikulum dan alat pembelajaran. Namun, faktor penghambat seperti keterbatasan anggaran, kurangnya tenaga ahli, dan minimnya dukungan dari pihak industri masih menjadi tantangan utama dalam implementasi alternatif-alternatif tersebut.

Berdasarkan analisis di atas, penelitian ini mengusulkan pengembangan prototipe *conveyor selector* otomatis berbasis ESP32-S3 sebagai media pembelajaran di SMK. ESP32-S3 dipilih karena kemampuannya dalam mengintegrasikan IoT, hemat energi, dan mudah dikembangkan (Espressif Systems, 2023). Prototipe ini dirancang untuk memberikan pengalaman praktis kepada siswa dalam merancang, mengoperasikan, dan memelihara sistem otomasi, sehingga dapat mengurangi kesenjangan antara pembelajaran di sekolah dan kebutuhan industri.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Terbatasnya ketersediaan alat peraga atau media pembelajaran praktis yang dapat memfasilitasi pemahaman siswa terhadap konsep sistem otomatisasi, dan *internet of things*.

2. Kesulitan siswa dalam memahami konsep teoritis karena minimnya penerapan dalam bentuk aplikasi nyata, yang berdampak pada rendahnya motivasi serta kreativitas dalam proses pembelajaran.
3. Kurangnya kesiapan siswa dalam menghadapi tuntutan dunia industri, khususnya dalam keterampilan penguasaan teknologi otomasi berbasis mikrokontroler, seperti ESP32-S3.

1.3. Pembatasan Masalah

1. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan media pembelajaran berupa prototipe *Conveyor Selector* Otomatis berbasis mikrokontroler ESP32-S3, yang diterapkan pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri di SMKS Budhi Darma Indrapura.
2. Prototipe dirancang sebagai media pembelajaran yang mendukung capaian pembelajaran pada elemen Antarmuka dan Komunikasi Data, dengan tujuan untuk mengembangkan serta mengevaluasi kelayakan dan efektivitas penggunaannya di lingkungan pembelajaran vokasi.

1.4. Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses pengembangan prototipe *conveyor selector* otomatis berbasis ESP32-S3 sebagai media pembelajaran pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri?
2. Bagaimana tingkat kelayakan prototipe *conveyor selector* otomatis berbasis ESP32-S3 sebagai media pembelajaran pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri?

3. Bagaimana tingkat efektivitas penggunaan media pembelajaran *conveyor selector* otomatis berbasis ESP32-S3 terhadap hasil belajar ranah psikomotorik (keterampilan) siswa pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri?

1.5. Tujuan Pengembangan Produk

1. Mengembangkan dan menghasilkan prototipe *conveyor selector* otomatis berbasis ESP32-S3 sebagai media pembelajaran untuk kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri di SMKS Budhi Darma Indrapura.
2. Mengevaluasi unjuk kerja dan kelayakan prototipe *conveyor selector* otomatis berbasis ESP32-S3 sebagai media pembelajaran pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri di SMKS Budhi Darma Indrapura, meliputi aspek validasi ahli/teknis, praktikalitas, dan kegunaannya.
3. Untuk mengetahui tingkat efektivitas penggunaan prototipe *conveyor selector* otomatis berbasis ESP32-S3 dalam menunjang hasil belajar ranah psikomotorik (keterampilan) siswa pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri di SMKS Budhi Darma Indrapura.

1.6. Manfaat Pengembangan Produk

1. Secara Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi pembelajaran, khususnya pada pengembangan media pembelajaran berbasis mikrokontroler dan *Internet of Things* (IoT). Hasil dari penelitian ini juga

dapat menjadi referensi bagi peneliti lain yang tertarik mengkaji penerapan *conveyor system* otomatis sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), khususnya pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri.

2. Secara Praktis

a. Bagi Peserta Didik

Penelitian ini diharapkan dapat mempermudah peserta didik dalam memahami materi pembelajaran, khususnya terkait pemanfaatan mikrokontroler dan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam konteks praktikum otomasi industri. Selain itu, prototipe yang dikembangkan dapat mendorong peningkatan kreativitas dan motivasi belajar, sehingga dapat memperkuat kesiapan siswa dalam menghadapi dunia industri, khususnya di wilayah sekitar SMKS Budhi Darma Indrapura.

b. Bagi Guru

Hasil penelitian ini dapat memberikan alternatif media pembelajaran yang inovatif, yaitu dalam bentuk prototipe *conveyor selector* otomatis berbasis ESP32-S3, yang dapat digunakan untuk mendukung penyampaian materi secara praktis dan interaktif dalam kegiatan praktikum.

c. Bagi Sekolah

Prototipe yang dikembangkan dapat berkontribusi sebagai sarana pembelajaran yang efektif dan menarik, sehingga berpotensi

meningkatkan kualitas proses pembelajaran serta mendukung implementasi kurikulum yang selaras dengan kebutuhan industri.

1.7. Spesifikasi Produk yang Diharapkan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa prototipe *conveyor selector* otomatis berbasis mikrokontroler ESP32-S3 yang dirancang sebagai media pembelajaran pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri. Spesifikasi dan fitur utama dari prototipe ini meliputi:

1. Fitur Pemilahan Otomatis. Prototipe ini memiliki kemampuan untuk melakukan pemilahan barang secara otomatis berdasarkan Jenis material, yaitu membedakan antara bahan logam dan nonlogam menggunakan sensor *proximity induktif*.
2. Integrasi Sensor dan Aktuator. Prototipe ini mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator, antara lain:
 - a. Sensor *proximity induktif* untuk deteksi logam
 - b. Sensor *proximity infrared* untuk pendeteksi benda.
 - c. Motor DC dan servo sebagai aktuator mekanik untuk pemindahan dan pemilahan barang
3. Pengendalian Berbasis ESP32-S3. Sistem dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32-S3, yang memiliki keunggulan dalam:
 - a. Kemampuan pengolahan data secara real-time
 - b. Dapat mengolah data yang banyak
 - c. Efisiensi energi
 - d. Dukungan konektivitas untuk implementasi *Internet of Things* (IoT)

4. Fitur Monitoring Jarak Jauh. Prototipe ini dilengkapi dengan kemampuan monitoring jarak jauh melalui koneksi nirkabel, yang memungkinkan integrasi dengan perangkat lain seperti komputer atau *smartphone*. Fitur ini mendukung pembelajaran berbasis IoT secara langsung.

1.8. Pentingnya Pengembangan

1. Pengembangan prototipe *conveyor selector* otomatis berbasis ESP32-S3 sebagai media pembelajaran pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri sangat penting untuk meningkatkan kualitas pendidikan vokasi. Seiring pesatnya perkembangan sistem otomasi industri, pendekatan pembelajaran berbasis teori tidak lagi memadai untuk membekali siswa dengan keterampilan yang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. Melalui prototipe ini, siswa dapat memperoleh pengalaman langsung dalam memahami cara kerja sistem seleksi otomatis, mulai dari pemrograman mikrokontroler hingga pemanfaatan sensor dalam proses industri.
2. Apabila kondisi ideal yang di inginkan tidak terpenuhi, maka proses pembelajaran akan tetap bersifat konvensional dan minim praktik, yang berakibat pada rendahnya kemampuan siswa dalam memahami konsep otomasi secara aplikatif. Hal ini dapat berdampak pada kurangnya kesiapan lulusan dalam menghadapi dunia kerja yang semakin kompetitif. Tanpa pembelajaran berbasis proyek atau praktik langsung dengan prototipe, siswa cenderung hanya memiliki pemahaman konseptual tanpa penguasaan keterampilan teknis yang memadai, sehingga berpotensi menurunkan daya saing mereka di sektor industri.

3. Urgensi pengembangan ini juga didorong oleh meningkatnya kebutuhan tenaga kerja yang kompeten di bidang otomasi industri. Semakin banyak perusahaan yang mengadopsi teknologi otomatisasi dalam sistem produksinya, menuntut lulusan SMK untuk memiliki kompetensi yang relevan. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi dalam pengembangan metode pembelajaran yang inovatif, tetapi juga berperan dalam peningkatan kualitas sumber daya manusia yang mampu beradaptasi dengan tuntutan era Industri 4.0.

1.9. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Pengembangan prototipe *conveyor selector* otomatis ini memiliki Asumsi dan keterbatasan pengembangan sebagai berikut:

1. Asumsi Pengembangan

- a. Pembelajaran berbasis praktik dengan menggunakan media atau alat bantu berbasis mikrokontroler seperti ESP32-S3 dapat meningkatkan keterampilan siswa terhadap konsep sistem otomatisasi dan *IoT* secara lebih nyata dan aplikatif.
- b. Model pengembangan ADDIE telah terbukti efektif dalam merancang media pembelajaran yang sistematis dan berorientasi pada kebutuhan peserta didik di sekolah kejuruan (Yallah & Huda, 2022). Oleh karena itu, asumsi bahwa tahapan ADDIE dapat menghasilkan produk pembelajaran yang layak dan teruji secara empiris dapat dibenarkan.

- c. Ketersediaan alat peraga atau media praktikum yang relevan dengan kebutuhan industri dapat memperkecil kesenjangan antara kompetensi lulusan SMK dan kebutuhan dunia kerja.

2. Keterbatasan Pengembangan

- a. Waktu pengembangan dan pengujian mungkin terbatas, terutama penelitian ini harus selesai dalam periode tertentu.
- b. Keterbatasan biaya dan sumber daya dalam pemilihan material alat dan bahan dalam inovasi atau variasi pemanfaatan *internet of things* (IoT) sebagai media pembelajaran.
- c. Karena pengembangan ini hanya berupa prototipe, maka kecepatan dan kapasitas conveyor mungkin tidak setara dengan sistem industri sebenarnya, tetapi sangat cocok sebagai media pembelajaran.
- d. prototipe yang dikembangkan dalam penelitian ini hanya diuji coba pada ruang lingkup terbatas, yaitu siswa SMK pada kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri, sehingga hasilnya belum tentu dapat digeneralisasikan ke seluruh sekolah dengan kondisi yang berbeda.