

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pendidikan Abad 21 ditandai dengan berkembangnya teknologi baru, teknologi nano, teknologi digital dan teknologi robot (Ghufron, 2018). Sejak dimulainya era revolusi industri, teknologi robot sudah mewarnai setiap aktivitas kehidupan sehari-hari negara-negara maju, robotika menjadi semakin umum di sekolah dasar dan menengah, baik sebagai suatu disiplin ilmu tertentu maupun sebagai alat untuk mewujudkan ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan lain-lain (Vega dkk., 2019). Sedangkan kondisi Indonesia, pengembangan teknologi robot masih sangat sedikit dan masyarakatnya cenderung menjadi konsumen dari produk-produk teknologi robot tersebut. Berdasarkan *World Intellectual Property Organization* (WIPO) tahun 2022 tentang *Global Innovation Index* (GII), Indonesia menempati peringkat 75 dari 132 negara dengan skor 27,9 persen, yang berarti pengembangan teknologi robot masih rendah, tidak terkecuali dalam dunia pendidikan.

Dunia pendidikan, khususnya pada pembelajaran fisika di tingkat SMA/MA jarang sekali ditemukan adanya proses pembelajaran dimana siswa diberikan kesempatan untuk menganalisis, merancang, memodifikasi, dan menciptakan sebuah produk teknologi robot yang dapat meningkatkan kompetensi Abad 21. Rendahnya perkembangan robot berkaitan erat dengan proses pembelajaran yang diterapkan oleh Guru. Guru adalah fasilitator yang memegang tanggung jawab mengembangkan proses pembelajaran yang profesional (Friesen dkk., 2020). Oleh karena itu, guru sebagai fasilitator harus mampu memandu pembelajaran yang

memberikan kesempatan kepada siswa dalam mengembangkan robot sehingga dapat meningkatkan kompetensi abad 21 siswa.

Kompetensi Abad 21 merupakan keterampilan yang harus dikuasai Siswa. *National Education Association* telah mengidentifikasi keterampilan Abad 21 sebagai keterampilan “The 4Cs.” “The 4Cs” meliputi *critical thinking and problem solving*), *creative thinking*, *communication*, dan *collaboration*. Kompetensi Abad 21 dapat meningkatkan pemahaman tentang keterampilan utama yang harus dikembangkan oleh siswa, serta memberikan referensi untuk upaya lebih lanjut menuju integrasi teknologi dalam sistem pendidikan yang dapat mempercepat pembangunan manusia melalui pendekatan inovatif (Pilco, 2013). Salah satu kompetensi Abad 21 yang sangat penting dimiliki oleh siswa sehingga mampu menciptakan ide baru, menciptakan solusi dari berbagai masalah adalah kreativitas.

Menurut NACCCE (*National Advisory Committee on Creative and Cultural Education*), kreativitas merupakan suatu aktivitas yang melibatkan imajinasi untuk menghasilkan hal baru yang bernilai (Craft, 2005). Mahanal (2017) menyatakan bahwa kreativitas adalah kapasitas untuk melahirkan ide-ide baru, menerapkan konsep-konsep segar, dan menghasilkan pemikiran imajinatif, atau untuk mengubah apa yang sudah ada menjadi sesuatu yang inovatif. Kreativitas lahir ketika seseorang bersedia memberikan masukan untuk berpikir dengan cara yang berbeda, berpikir lebih baik dan cenderung merencanakan solusi untuk masalah-masalah global yang kompleks, serta memecahkan tantangan dengan pendekatan penalaran yang inovatif (Sternberg, 2006). Oleh karena itu, Guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran hendaknya mampu menerapkan pembelajaran yang dapat meningkatkan kreativitas siswa.

Berdasarkan observasi dan wawancara awal yang dilakukan peneliti di kelas XII IPA MAN 3 kota Jambi, diperoleh hasil bahwa kreativitas (*creative thinking*) siswa yang merupakan salah satu tuntutan kompetensi Abad 21 masih rendah, bahkan dalam hal menganalisis, merancang, memodifikasi, dan menciptakan sebuah produk teknologi robot belum pernah dilakukan oleh siswa. Dari observasi yang telah dilakukan, salah faktor utama yang menyebabkan hal tersebut adalah bahan ajar yang digunakan oleh guru fisika pada materi listrik arus searah masih bersifat sangat sederhana, dan belum adanya bahan ajar pembuatan robot atau sejenisnya pada materi listrik DC.

Listrik DC (*Direct Current* atau Arus Searah) merupakan listrik yang arusnya mengalir dalam satu arah. Rangkaian listrik arus searah terdiri dari komponen-komponen seperti sumber arus searah misalnya baterai dan sel surya, resistor, saklar, dan komponen lainnya yang ditempatkan dalam rangkaian tertutup (Prayogi dkk., 2022). Berdasarkan Capaian Pembelajaran (CP) materi listrik arus searah (DC) Kurikulum Merdeka, siswa dituntut untuk mampu mengukur, menganalisis, mencipta, melakukan percobaan, dan mempresentasikan hasil percobaan. Salah satu bahan ajar yang bisa dirancang oleh guru fisika pada materi listrik arus searah agar siswa mampu mengukur, menganalisis, melakukan percobaan, dan mempresentasikan hasil percobaan serta memiliki kesempatan untuk merancang, memodifikasi, dan menciptakan sebuah produk teknologi robot adalah bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik dari barang bekas berbasis proyek.

Bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* berbasis proyek merupakan bahan ajar yang dirancang berdasarkan langkah-langkah perancangan robot

mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik yang dikombinasikan dengan sampah anorganik. Mikrokontroler *Arduino UNO* dirancang dan diprogram dengan maksud memungkinkan sirkuit elektronik untuk membaca, memproses, dan mengeluarkan data sesuai dengan permintaan pengguna (Permana dkk., 2020). Mikrokontroler *Arduino UNO* juga merupakan mikroprosesor (pengembangan) yang berisi kode kode yang ditulis untuk rangkaian yang disiapkan dan dapat dimuat ke prosesor, nilai-nilai dapat dibaca dari sensor dan motor, dan dengan cara ini banyak proyek elektronik dan sistem pintar dapat dibuat (Cakir dkk., 2019).

Beberapa aspek dalam perancangan tersebut meliputi pembuatan kerangka dari sampah anorganik seperti botol bekas, plastik bekas, roda ban bekas. Selanjutnya instalasi motor DC, penempatan driver motor, instalasi sensor ultrasonik, konfigurasi tombol, serta tampilan pada LCD, dan selanjutnya pemrograman melalui system coding (Yuliza dkk., 2015). Bahan ajar berbasis proyek memiliki fungsi sebagai alat pembelajaran aktif yang efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa dan memotivasi siswa untuk melakukan studi dan penelitian lebih lanjut di bidang robotika (Ghaleb dkk., 2020).

Bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek ini merupakan bahan ajar yang dapat digunakan siswa dalam mengukur dan menganalisis tegangan listrik, arus Listrik, dan hambatan. Disamping itu, bahan ajar ini juga memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengaplikasikan konsep listrik arus searah (DC) dalam merancang, memodifikasi, dan menciptakan sebuah produk teknologi robot, sehingga memberikan kesempatan kepada peserta untuk berpikir kritis, kreatif, saling berkomunikasi dan berkolaborasi yang merupakan kompetensi Abad 21.

Pada proses pembuatan robotik melibatkan banyak karakteristik kognitif, afektif dan psikomotorik siswa (Benitti 2012; Gura 2012). Oleh karena itu, proses pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar robotik lebih cenderung kepada kegiatan berbasis proyek. Salah satu model pembelajaran berbasis proyek yang dapat diterapkan adalah model PjBL. Pada model PjBL, siswa terlibat dalam pembelajaran berbasis proyek dan mereka mendapatkan pengalaman praktis dengan mengatasi masalah yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari mereka (Grant, 2002). Pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan hasil belajar siswa dalam disiplin ilmu teknik dan teknologi, serta memberikan dampak yang lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran ceramah (Zhang dkk., 2023). Adapun sintaks PjBL terdiri dari 6 tahapan, yaitu menetapkan pertanyaan fundamental, merancang proyek, merumuskan jadwal, memantau perkembangan proyek, mengevaluasi hasil, dan menilai pengalaman (Yulianto dkk., 2017).

Hasil penelitian yang dilakukan Lestari & Muhajir (2024) berjudul “Pengembangan Lengan Robot Hidrolik sebagai bahan ajar berbasis STEM“. Berdasarkan hasil uji validasi menunjukkan bahwa kelayakan materi persentasenya adalah 95% (sangat layak digunakan) dan kelayakan bahan ajar adalah 94% (sangat layak digunakan). Percobaan dilakukan melibatkan 155 siswa, hasil percobaan menunjukkan bahwa lengan robot hidrolik cocok untuk digunakan sebagai bahan ajar fisika berbasis STEM baik dari segi konten dan bahan ajar. Selain itu, respon siswa terhadap lengan robot hidrolik dikategorikan sebagai baik, terutama dalam hal manfaatnya dalam belajar.

Selanjutnya, hasil penelitian yang dilakukan Fauzi (2022) berjudul “Pengembangan Jobsheet Robotika Line Follower Robot berbasis Mikrokontroler

Arduino UNO” Berdasarkan hasil uji kelayakan ahli materi diperoleh hasil 87% (sangat layak digunakan), hasil penilaian ahli bahan ajar diperoleh hasil 86% (sangat layak digunakan), sehingga diperoleh kesimpulan bahwa bahan ajar ini sangat layak digunakan. Selanjutnya, hasil penelitian yang dilakukan Akbar Aliyavi (2018) berjudul “*Robot Learning Bahan ajar Obstacle Avoiding in Robotic System Engineering Subjects*”. Berdasarkan hasil uji kelayakan ahli materi diperoleh hasil 98,93% (sangat layak digunakan), hasil penilaian ahli bahan ajar diperoleh hasil 94,26% (sangat layak digunakan), sehingga diperoleh kesimpulan bahwa bahan ajar ini sangat layak digunakan dalam pembelajaran.

Berdasarkan uraian di atas, fokus dari penelitian ini adalah mengembangkan Bahan Ajar Robotik Mikrokontroler *Arduino UNO* Sensor Ultrasonik Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa MA Pada Materi Listrik Arus Searah. Melalui penelitian ini akan memperoleh bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* berbasis proyek PjBL yang layak secara konseptual dan prosedural untuk digunakan guru fisika dalam melaksanakan pembelajaran yang dapat meningkatkan ketrampilan siswa dalam menganalisis, merancang, memodifikasi, dan menciptakan robot sehingga meningkatkan kreativitas siswa.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Teknologi robotik masih sangat jarang digunakan sebagai bahan ajar fisika khususnya di SMA/MA.
2. Kompetensi Abad 21 siswa masih rendah, khususnya dalam kreativitas siswa dalam menganalisis, mengembangkan, merancang dan menciptakan robot sederhana.
3. Bahan ajar yang digunakan guru fisika pada materi listrik DC masih bersifat

sederhana.

4. Belum tersedianya bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek sehingga Guru mengalami kesulitan dalam membimbing siswa dalam menciptakan sebuah karya robot.
5. Sebagian besar siswa SMA/MA belum diberikan kesempatan untuk menganalisis, mengembangkan, merancang dan menciptakan robot sederhana yang berkaitan dengan teori listrik arus searah (DC).

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana proses pengembangan bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas siswa MA?
2. Bagaimana kelayakan secara konseptual dan prosedural bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas siswa MA?
3. Bagaimana penilaian guru terhadap pengembangan bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas siswa MA?
4. Bagaimana respon siswa terhadap bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas siswa MA?
5. Bagaimana efektivitas dan kelayakan secara praktik bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek pada siswa

berkemampuan rendah, sedang, dan tinggi?

6. Bagaimana efektivitas dan kelayakan secara praktik bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas siswa MA?

1.4 Tujuan Pengembangan

1. Mendeskripsikan proses pengembangan bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas siswa MA.
2. Mendeskripsikan kelayakan secara konseptual dan prosedural bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas siswa MA.
3. Untuk mengetahui penilaian guru terhadap pengembangan bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas siswa MA.
4. Mengetahui respon siswa terhadap bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas siswa MA
5. Mengetahui efektivitas dan kelayakan secara praktik bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek pada siswa berkemampuan rendah, sedang, dan tinggi.
6. Mengetahui efektivitas dan kelayakan secara praktik bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas siswa SMA.

1.5 Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Speksifikasi produk yang dikembangkan dan diharapkan dalam penelitian pengembangan ini adalah:

1. Bentuk bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek adalah sebuah buku panduan untuk membuat robot sensor ultrasonik berbasis proyek serta robot sensor ultrasonik itu sendiri.
2. Buku panduan pembuatan robot mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek dilengkapi dengan teks, gambar, animasi audio, serta video.
3. Nama materi pelajaran adalah Listrik DC
4. Robot mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek yang dikembangkan dapat digunakan untuk mengukur nilai tegangan listrik, arus listrik, dan nilai hambatan dengan alat ukur multimeter.

1.6 Batasan Pengembangan

Batasan pengembangan dalam penelitian pengembangan ini adalah:

1. Bahan ajar robotik dikembangkan untuk siswa tingkat SMA/MA.
2. Kompetensi Abad 21 yang diteliti difokuskan pada kreativitas siswa.
3. Sensor yang digunakan dalam pengembangan robot adalah sensor ultrasonik
4. Materi difokuskan pada Hukum Ohm.

1.7 Manfaat Pengembangan

Melalui penelitian mengenai “Pengembangan bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino Uno* sensor ultrasonik berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas siswa pada materi Listrik DC, maka terdapat berbagai macam manfaat

yang dapat dipetik baik secara teoritis dan secara praksis.

1. Secara Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan referensi guna pelaksanaan pembelajaran menggunakan bahan ajar, khususnya bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino Uno* sensor ultrasonik berbasis proyek.

2. Secara Praktis

Secara praktis hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, misalnya:

a. Bagi Guru, Dosen, dan Laboran

- 1) Bagi guru, Dosen, dan Laboran hasil penelitian ini dapat dijadikan untuk bahan pertimbangan dalam pemilihan bahan ajar dalam proses pembelajaran. Selain itu penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan profesionalisme dalam penggunaan bahan ajar bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek sehingga dapat meningkatkan kreativitas siswa
- 2) Pengembangan Bahan ajar robotik mikrokontroler *Arduino UNO* sensor ultrasonik berbasis proyek menjadi salah satu bahan ajar yang bisa dipakai dalam proses pembelajaran agar bisa memudahkan pendidik dalam proses belajar mengajar pada ketrampilan tingkat tinggi.

b. Bagi Siswa

- 1) Pengembangan bahan ajar robotik berbasis proyek ini dapat digunakan siswa sebagai alternatif proses pembelajaran dalam menganalisis, merancang, mengembangkan, dan menciptakan robot.
- 2) Dengan adanya bahan ajar robotik berbasis proyek, siswa dapat

mengembangkan kreativitas yang merupakan kompetensi Abad 21.

c. Bagi Sekolah

- 1) Dapat dijadikan sebagai bahan ajar dalam membentuk ciri khas sekolah sebagai sekolah unggulan robotik.
- 2) Dapat dijadikan bahan pertimbangan dan referensi sekolah guna memaksimalkan sumber belajar dan hasil belajar siswa.
- 3) Dapat membantu kelancaran dalam proses belajar mengajar materi Listrik arus searah khususnya dalam mengembangkan robot.

d. Bagi Peneliti

- 1) Bagi peneliti, yaitu peneliti memperoleh informasi atau pengetahuan baru tentang bahan ajar robotik berbasis proyek dalam meningkatkan kompetensi Abad 21 siswa pada materi Listrik arus searah.
- 2) Bertambahnya wawasan dalam pengembangan bahan ajar pembelajaran robotik berbasis proyek dalam meningkatkan kompetensi Abad 21 siswa.