

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Modul Pembelajaran

a. Pengertian Modul Pembelajaran

Dalam kegiatan pembelajaran hal yang diperlukan sebagai sumber belajar adalah bahan ajar karena berfungsi sebagai sumber informasi pada setiap mata pelajaran. Adanya bahan ajar menjadi salah satu faktor yang mendukung keberhasilan proses belajar. Siswa dapat mempelajari kompetensi yang harus dikuasai sehingga mampu memahami dan menguasai kompetensi. Oleh karena itu, pengembangan modul pembelajaran dianggap penting untuk meningkatkan keberhasilan proses pembelajaran, (Shidqon Famulaqih & Aceng Lukman, 2024a)

Modul merupakan salah satu bentuk media pembelajaran yang disusun secara sistematis dan lengkap. Di dalamnya terdapat pengalaman belajar yang sudah direncanakan dan dirancang untuk membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran. Modul harus memuat tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, serta evaluasi untuk mengukur pencapaian belajar siswa, (Jusuf & Sobari, 2021).

Modul ajar adalah perangkat atau rancangan pembelajaran yang disusun berdasarkan kurikulum dan digunakan untuk membantu mencapai standar kompetensi yang telah ditetapkan. Modul ajar

berfungsi sebagai sarana utama yang mendukung guru dalam merencanakan dan melaksanakan proses pembelajaran secara efektif, (Maulida, 2022)

Berdasarkan pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa modul adalah suatu unit pembelajaran dalam bentuk media cetak yang dirancang dengan tema tertentu. Modul menyajikan banyak informasi dan materi yang dibutuhkan peserta didik yang disusun secara terencana dan terarah, selain itu modul berfungsi sebagai salah satu komponen dalam keseluruhan kurikulum yang mendukung pencapaian tujuan pembelajaran secara efektif yang dapat digunakan dalam pembelajaran mandiri maupun tatap muka.

b. Tujuan Penggunaan Modul Pembelajaran

Modul merupakan suatu bentuk bahan ajar yang dikemas secara utuh dan sistematis, didalamnya memuat seperangkat pengalaman belajar yang terencana dan didesain untuk membantu siswa menguasai tujuan belajar yang spesifik. Dengan adanya modul diharapkan siswa mampu mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Selain itu, melalui modul siswa diharapkan mampu belajar dan memperluas wawasannya secara mandiri. Sebagaimana tujuan penggunaan modul dalam pembelajaran, (Shidqon Famulaqih & Aceng Lukman, 2024b) yaitu:

- 1) Siswa dapat belajar secara mandiri atau pembelajaran tatap muka
- 2) Dalam pembelajaran guru tidak mendominasi dan tidak otoriter

- 3) Melatih kejujuran siswa
- 4) memenuhi tingkat dan kecepatan belajar siswa
- 5) Siswa dapat mengetahui sendiri kemampuan materi yang dipelajari.

c. Karakteristik Modul Pembelajaran

Modul pembelajaran memiliki beberapa karakteristik yang menjadi kelebihan. Karakteristik modul antara lain *Self instructional*, *Self Contained*, *Stand alone* (berdiri sendiri), *Adaptive*, dan *User friendly*, (Laila Nursafitri et al., 2020)

- 1) *Self Instructional*, modul dirancang agar peserta didik mampu melakukan proses belajar mandiri tanpa bergantung pada orang lain.
- 2) *Self Contained*, modul memuat seluruh materi pembelajaran yang berkaitan dengan satu unit kompetensi atau subkompetensi secara lengkap dan menyeluruh dalam satu kesatuan modul.
- 3) *Stand Alone*, modul yang dikembangkan dapat digunakan secara mandiri tanpa ketergantungan pada media pembelajaran lain atau bahan ajar tambahan.
- 4) *Adaptive*, modul dikatakan adaptif apabila mampu menyesuaikan diri dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta memiliki fleksibilitas dalam penggunaannya.
- 5) *User Friendly*, modul disusun dengan tampilan, instruksi, dan penyajian informasi yang mudah dipahami serta bersifat membantu

pengguna. Penggunaan bahasa yang sederhana, istilah yang umum digunakan, serta kemudahan dalam mengakses dan merespons materi merupakan ciri modul yang ramah pengguna.

d. Langkah Langkah Penyusunan Modul Pembelajaran

Langkah-langkah penyusunan modul pembelajaran mengikuti proses sistematis mulai dari analisis kebutuhan hingga uji coba untuk memastikan modul mandiri dan efektif.

1) Analisis Kebutuhan modul

Analisis kebutuhan modul merupakan kegiatan menganalisis silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) untuk memperoleh informasi modul yang dibutuhkan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang telah tercantum pada silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Nama atau judul modul sebaiknya disesuaikan dengan kompetensi yang terdapat pada silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Pada dasarnya tiap satu standar kompetensi dikembangkan menjadi satu modul dan satu modul terdiri dari 2 hingga 4 kegiatan pembelajaran. Yang dimaksud kompetensi disini merupakan standar kompetensi dan kegiatan pembelajaran adalah kompetensi dasar.

2) Membuat Peta Modul

Peta modul adalah tata letak atau kedudukan modul pada satu satuan program yang digambarkan dalam bentuk diagram.

Pembuatan peta modul disusun mengacu kepada diagram pencapaian kompetensi yang termuat dalam Kurikulum. Setiap judul modul dianalisis keterkaitannya dengan judul modul yang lain dan diurutkan penyajiannya sesuai dengan urutan pembelajaran yang akan dilaksanakan.

3) Desain Modul

Desain penulisan modul yang dimaksud disini adalah Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang telah disusun oleh guru. Didalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) telah memuat strategi pembelajaran, media yang digunakan, garis besar materi pembelajaran, tugas atau soal latihan dan metoda penilaian serta perangkatnya. Dengan demikian, RPP diacu sebagai desain dalam penyusunan/penulisan modul.

4) Penulisan Draf

Penulisan atau penyusunan draf adalah kegiatan menyusun dan mengorganisasi materi pembelajaran dari suatu kompetensi atau subkompetensi menjadi satu kesatuan yang terstruktur dan sistematis. Proses penyusunan draf dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:. Menetapkan judul modul, menetapkan tujuan akhir siswa, menetapkan garis besar modul, mengembangkan materi pada garis besar modul, memeriksa ulang draft modul yang dihasilkan, dan yang terakhir adalah menghasilkan draft modul, (Ramadan & Ain, 2022)

5) Uji Coba

Proses uji coba draft modul adalah kegiatan penggunaan modul pada peserta terbatas, untuk mengetahui keterlaksanaan dan manfaat modul dalam pembelajaran sebelum modul tersebut digunakan secara umum. Uji coba draft modul bertujuan untuk mengetahui efektifitas modul dalam membantu peserta mempelajari dan menguasai materi pembelajaran. Dari hasil uji coba diharapkan diperoleh masukan sebagai bahan penyempurnaan draft modul yang diuji cobakan.

6) Validasi

Validasi merupakan proses untuk menguji kesesuaian modul dengan kompetensi yang menjadi target belajar. Bila isi modul sesuai, artinya efektif untuk mempelajari kompetensi yang menjadi target belajar, maka modul dinyatakan valid (sahih). Validasi dapat dilakukan dengan cara meminta bantuan ahli yang menguasai kompetensi yang dipelajari. Bila tidak ada, maka dilakukan oleh sejumlah guru yang mengajar pada bidang atau kompetensi tersebut.

7) Revisi

Revisi atau perbaikan modul merupakan tahap penyempurnaan yang dilakukan setelah memperoleh masukan dari proses validasi dan uji coba. Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan modul yang lebih berkualitas dan siap digunakan

melalui penyempurnaan secara menyeluruh. Dalam proses revisi, beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan meliputi pengorganisasian materi pembelajaran, penerapan metode instruksional, penggunaan bahasa yang efektif dan komunikatif, serta penataan tata tulis dan tampilan modul. Sejalan dengan prinsip peningkatan mutu berkelanjutan, modul perlu ditinjau dan disempurnakan secara berkala agar tetap relevan, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

2. *Arduino Uno*

Arduino Uno adalah perangkat *prototype* elektronik berbasis *mikrokontroler* yang *open source* (sumber terbuka) yang dibuat untuk membuat proyek proyek elektronika, perangkat keras dan perangkat lunak arduino ini juga mudah digunakan. Arduino uno dibuat untuk memudahkan manusia dalam melakukan *prototyping*, memprogram *mikrokontroler* dan membuat alat alat canggih yang berbasis *mikrokontroler*, (Burhanuddin Yusuf Setyawahana, dkk, 2022).

Arduino Uno merupakan sebuah papan rangkaian (*board*) yang di dalamnya terdapat *mikrokontroler* dengan ukuran kurang lebih sebesar kartu kredit. Papan ini dilengkapi dengan berbagai pin input dan output yang berfungsi sebagai media komunikasi antara Arduino dengan perangkat atau komponen elektronik lainnya. *Arduino uno* termasuk *mikrokontroler* yang bersifat serbaguna karena dapat diprogram sesuai kebutuhan pengguna. Program yang dijalankan pada Arduino dikenal

dengan istilah *sketch*. *Arduino uno* merupakan papan sistem berbasis mikrokontroler yang dirancang agar mudah digunakan oleh berbagai kalangan, termasuk seniman dan desainer yang tidak memiliki latar belakang teknik. Dengan kemudahan tersebut, pengguna dapat mengembangkan berbagai proyek dan karya inovatif tanpa harus memiliki pemahaman mendalam mengenai bahasa pemrograman, (Husin, 2022).

Secara umum, *Arduino Uno* berfungsi sebagai pusat pengendali dalam suatu sistem elektronika. Papan ini dapat menerima input dari berbagai sensor, kemudian memproses data tersebut sesuai dengan program yang diberikan, dan menghasilkan output berupa kendali terhadap aktuator seperti LED, motor, relay, dan perangkat lainnya. Dengan demikian, *Arduino Uno* mampu menjembatani konsep teori dengan implementasi secara langsung.



Gambar 2. 1 *Arduino Uno*

Arduino Uno memiliki 14 pin digital, 6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM, serta 6 pin input analog. Selain itu,

papan ini dilengkapi dengan koneksi USB, port catu daya, *header* ICSP, dan tombol *reset*. *Arduino Uno* telah menyediakan seluruh komponen yang diperlukan untuk mendukung kerja *mikrokontroler*. Pengguna hanya perlu menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau memberikan sumber daya dari baterai maupun adaptor AC ke DC agar perangkat dapat beroperasi, (Priatama et al., 2020).

3. Sensor

Sensor merupakan perangkat yang berfungsi mengubah besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga informasi yang diperoleh dapat diproses dan dianalisis menggunakan rangkaian elektronik tertentu. Saat ini, hampir semua perangkat elektronik telah dilengkapi dengan sensor sebagai salah satu komponen penting di dalamnya. Seiring perkembangan teknologi, sensor dirancang dalam ukuran yang semakin kecil sehingga lebih praktis digunakan serta mampu menghemat konsumsi energi, (Rahmadhani & Widya Arum, 2022).

Sensor memiliki fungsi utama untuk merespons suatu masukan tertentu dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Sinyal keluaran yang dihasilkan dapat berupa arus listrik maupun tegangan. Pada dasarnya, sensor bekerja sebagai pengonversi energi (*energy converter*) yang mengubah berbagai bentuk energi menjadi energi listrik. Sebagai salah satu jenis transduser, sensor mampu mengonversi besaran fisik seperti mekanis, magnetis, termal, cahaya, dan kimia menjadi sinyal berupa tegangan atau arus listrik. Oleh karena itu, sensor banyak dimanfaatkan dalam proses

pengukuran, pemantauan, serta pengendalian untuk mendeteksi berbagai perubahan yang terjadi pada suatu sistem.

Penggunaan sensor telah menjadi bagian penting dalam kehidupan sehari-hari dan diterapkan pada berbagai bidang, seperti otomotif, permesinan, industri, kedokteran, robotika, serta kedirgantaraan. Dalam sistem kendali dan robotika, sensor berperan sebagai alat untuk memperoleh informasi dari lingkungan, sama halnya dengan fungsi indera manusia seperti penglihatan, pendengaran, penciuman, dan pengecap. Informasi yang diterima sensor kemudian diproses oleh pengendali (*controller*) yang berfungsi sebagai pusat pengolahan atau "otak" sistem untuk menghasilkan respons yang sesuai. Sensor memiliki banyak jenis dan *type*, berikut merupakan jenis jenis sensor yang dipakai untuk modul arduino uno :

a. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran bunyi (*fisis*) menjadi besaran listrik begitupula sebaliknya yang mempunyai frekuensi gelombang 20.000 Hz, (Frima Yudha & Sani, 2019). Sensor jarak ultrasonik merupakan perangkat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan dan jarak suatu objek dengan memanfaatkan gelombang suara berfrekuensi ultrasonik. Prinsip kerjanya sama seperti kelelawar dalam mengenali benda di sekitarnya. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik melalui bagian pemancar (*transmitter*), kemudian gelombang tersebut akan mengenai objek dan dipantulkan kembali. Pantulan gelombang

selanjutnya diterima oleh bagian penerima (*receiver*) untuk diolah menjadi informasi jarak. Dalam penerapannya, karakteristik objek yang dideteksi dapat berbeda-beda karena setiap target memiliki bentuk dan permukaan yang tidak selalu sama, sehingga dapat memengaruhi hasil pembacaan sensor, (Arifin et al., 2022).

Tipe sensor yang digunakan pada trainer ini adalah sensor ultrasonik HC SR04. Sensor ultrasonik HC SR04 adalah sensor yang digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan suatu objek. Sensor ini memiliki empat pin utama, yaitu VCC, Trigger, Echo, dan Ground. HC SR04 bekerja pada tegangan DC 5V dengan arus sekitar 15 mA serta memiliki frekuensi 40 Hz. Sensor ini mampu mengukur jarak mulai dari 2 cm hingga 4 m, (Hasbullah & Pramudya, 2024).



Gambar 2.2 Sensor ultrasonik HC SR04

b. Sensor Gerak

Sensor Gerak PIR (*Passive Infrared Receiver*) adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi adanya radiasi inframerah. Sensor PIR (*Passive Infrared*) merupakan sensor yang bekerja berdasarkan radiasi inframerah. Berbeda dengan IR LED yang memancarkan gelombang inframerah, sensor PIR tidak menghasilkan atau memancarkan gelombang apa pun. Sensor ini bersifat pasif karena hanya menerima dan mendeteksi energi dari radiasi inframerah yang secara alami dipancarkan oleh objek di sekitarnya. Dengan kemampuan tersebut, sensor PIR dapat mendeteksi keberadaan manusia melalui panas tubuh yang dipancarkan, (Ruuhwan et al., 2020).



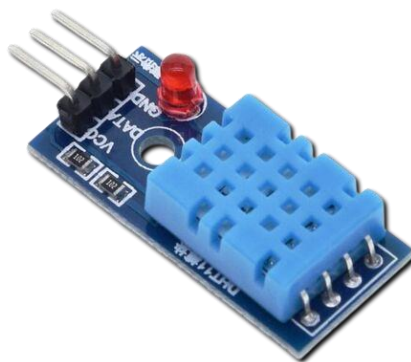
Gambar 2.3 Sensor Gerak PIR

Sensor PIR dirancang khusus untuk mendeteksi sinar infra merah dengan panjang gelombang antara 8–14 mikrometer. Jika panjang gelombangnya di luar rentang tersebut, sensor tidak akan merespons.

Tubuh manusia sendiri memancarkan sinar infra merah dengan panjang gelombang sekitar 9–10 mikrometer (rata-rata 9,4 mikrometer), sehingga pancaran tersebut dapat dideteksi dengan baik oleh sensor PIR (Juliansyah et al., 2021). Prinsip kerjanya didasarkan pada respons terhadap energi inframerah yang dipancarkan oleh tubuh manusia dan diterima oleh elemen sensor. Karena karakteristik panjang gelombang yang dideteksi berbeda, sensor PIR umumnya tidak memberikan respons yang sama terhadap benda mati maupun hewan, sehingga penggunaannya banyak dimanfaatkan sebagai pendeteksi kehadiran manusia pada berbagai sistem otomatis.

c. Sensor Suhu dan Kelembaban Udara DHT11

Sensor DHT11 adalah sensor untuk mengukur suhu dan kelembaban udara dengan kemampuan tingkat stabilitas yang baik serta kalibrasinya sangat akurat. Dari nilai respon yang baik, pembacaan data yang cepat dan kemampuan anti interferencenya kualitas sensor DHT11 ini sangat baik. Konsumsi daya sensor DHT11 sangat rendah, yaitu 5V power supply tegangan dan rata rata maksimum 0,5 mA, (Barri et al., 2022).



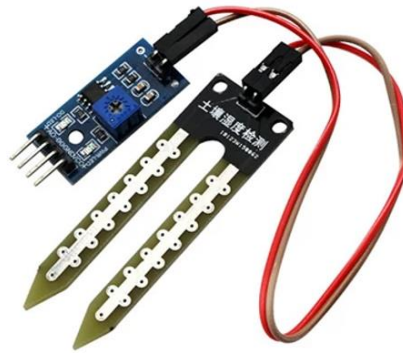
Gambar 2.4 Sensor DHT11

Sensor ini memiliki kemampuan untuk mengukur dua parameter lingkungan sekaligus, yaitu suhu (temperature) dan kelembapan udara (humidity). Di dalam sensor terdapat thermistor jenis NTC (*Negative Temperature Coefficient*) yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan suhu, serta mikrokontroler 8-bit yang bertugas mengolah data dari sensor suhu dan kelembapan. Hasil pengolahan data tersebut kemudian dikirimkan melalui pin keluaran menggunakan metode komunikasi *single-wire bi-directional*, yaitu sistem komunikasi dua arah yang memanfaatkan satu jalur kabel, (Ariyanto & Kusriyanto, 2020).

d. Sensor Kelembaban Tanah

Sensor kelembaban tanah atau sensor *soil moisture* adalah sensor yang dapat mendeteksi intensitas air didalam tanah dan mengetahui tingkat kelembabannya. Sensor ini memiliki duah probe yang ditancapkan ke tanah untuk mengalirkan arus listrik lalu sensor akan membaca besar kecilnya hambatan listrik (*resistansi*).

Jika tanah mengandung banyak air, tanah akan lebih mudah menghantarkan listrik sehingga nilai resistansinya kecil. Sebaliknya jika tanah kering, tanah sulit menghantarkan listrik sehingga nilai resistansinya menjadi besar. Perubahan resistansi tersebut menghasilkan tegangan analog dengan nilai yang relatif kecil. Tegangan analog ini kemudian diubah menjadi sinyal digital agar dapat diproses oleh *mikrokontroler*, (Latif, 2021).



Gambar 2.5 Sensor *Soil Moisture*

Sensor *soil moisture* merupakan sebuah sensor yang dapat mengukur kadar air atau kelembaban tanah. Pengaplikasian sensor ini biasa digunakan pada suatu tanaman, ada jenis tanaman yang tidak boleh terlalu lembab atau kering contohnya adalah jamur, sehingga kita membutuhkan adanya alat yang dapat mengukur kelembaban tanah. memiliki spesifikasi tegangan input sebesar 3.3V atau 5V, tegangan output sebesar 0 – 4.2V, arus sebesar 35 mA, dan memiliki value range ADC sebesar 1024 bit mulai dari 0 – 1023 bit, (Sinaga & Aswardi, 2020)

e. Sensor Inframerah

Infra Red (IR) detektor atau sensor inframerah adalah komponen elektronika yang mampu mengidentifikasi cahaya inframerah. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek, gerakan, jarak tanpa harus melakukan kontak langsung dengan objek, (Widoretno, 2024). Inframerah adalah radiasi elektromagnetik dari panjang gelombang lebih panjang dari cahaya tampak, tetapi lebih pendek dari radiasi gelombang radio. Merah merupakan warna dari cahaya tampak dengan gelombang terpanjang. Inframerah banyak diaplikasikan di bidang

komunikasi, khususnya yang paling dikenal yakni sebagai media komunikasi/transfer data, (Ardiyanto et al., 2021).



Gambar 2.6 Sensor Inframerah

Sistem sensor inframerah memanfaatkan gelombang inframerah sebagai media komunikasi untuk menghubungkan dua perangkat. Teknologi ini banyak diterapkan pada berbagai sistem, seperti pengendali jarak jauh (remote control), alarm keamanan, dan sistem otomasi. Dalam operasinya, sistem menggunakan LED inframerah sebagai pemancar yang dilengkapi rangkaian pembangkit data untuk mengirimkan informasi melalui sinar inframerah. Sementara itu, fototransistor berfungsi sebagai penerima yang menangkap sinyal inframerah dan mengubahnya menjadi sinyal listrik untuk diproses lebih lanjut, (Aryanto, 2022).

f. *Sensor Radio Frequency Identification (RFID) RC522*

Teknologi RFID merupakan teknologi komunikasi melalui gelombang radio yang dapat memungkinkan terjadinya pertukaran data antara RFID pembaca (*reader*) dengan RFID tag dengan cara mendekatkan kedua buah komponen tersebut. Komponen utama dalam pemanfaatan teknologi RFID ini adalah RFID pembaca

(*Reader*) dan RFID tag. Sistem RFID bekerja dengan cara pembaca (*Reader*) mengirimkan gelombang radio yang diterima oleh tag RFID. Pada RFID pasif, tag tidak menggunakan baterai, melainkan memperoleh energi dari gelombang yang dipancarkan pembaca (*Reader*). Setelah aktif, tag mengirimkan kembali data yang tersimpan, seperti nomor identitas, kepada pembaca (*Reader*). Data tersebut kemudian diteruskan ke komputer atau database untuk diolah.



Gambar 2. 7 Sensor RFID RC522

Teknologi RFID memudahkan proses identifikasi dengan cara mendekatkan kartu RFID (*RFID card*) ke modul pembaca RFID. Data yang tersimpan pada kartu akan dibaca dan dikirimkan ke mikrokontroler, seperti *Arduino*, untuk diproses lebih lanjut. Hasil pemrosesan tersebut kemudian digunakan untuk mengendalikan perangkat keluaran, seperti motor servo atau *solenoid*.

Secara historis, teknologi RFID berawal dari konsep pemantulan energi pasif (*passive energy reflection*) yang pertama kali

didemonstrasikan pada tahun 1971. Pada saat itu, sistem RFID terdiri dari sebuah transponder dengan memori 16-bit yang digunakan sebagai sarana pembayaran elektronik sederhana,. Pada RFID aktif, tag memiliki baterai sendiri sehingga dapat bekerja dengan jangkauan yang lebih jauh dan mendukung fitur tambahan. Seluruh data yang dibaca pembaca *reader* selanjutnya dikirim ke sistem komputer melalui jaringan kabel maupun nirkabel, (Putra et al., 2022)

4. Kreativitas

Kreativitas adalah kemampuan seseorang untuk menciptakan ide baru dan orisinal serta memiliki nilai guna. Ide tersebut dihasilkan melalui proses imajinasi dan penggabungan berbagai pemikiran, sehingga tidak sekadar merangkum informasi yang sudah ada, tetapi juga membentuk pola baru dari pengalaman dan pengetahuan yang telah diperoleh sebelumnya, (Rajagukguk, 2023) Kreativitas belajar siswa dapat diidentifikasi melalui lima indikator, yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality*, *elaboration*, dan *evaluation*, (Ulinuha et al., 2021).

Kelancaran berpikir (*fluency*) mengacu pada kemampuan siswa dalam menghasilkan berbagai pertanyaan, sedangkan keluwesan berpikir (*flexibility*) berkaitan dengan kemampuan siswa untuk menemukan solusi dari beragam sudut pandang. Keaslian (*originality*) merupakan kemampuan siswa dalam mengemukakan ide-ide yang dimilikinya, sementara kerincian (*elaboration*) menunjukkan

kemampuan siswa dalam menguraikan secara detail objek, gagasan, atau situasi tertentu. Selanjutnya, evaluasi (*evaluation*) diartikan sebagai kemampuan siswa dalam mengambil keputusan pada kondisi yang bersifat terbuka, (Agustiana dkk, 2020).

Kelima indikator tersebut dapat dimanfaatkan untuk membedakan tingkat kreativitas antar siswa. Kreativitas siswa memegang peranan penting dalam membantu mereka menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Berikut beberapa pengertian indikator dari kreativitas, yaitu :

Tabel 2.1 Indikator Kreativitas

NO	ASPEK KREATIVITAS	INDIKATOR
1.	Berpikir Lancar (<i>Fluency</i>)	➤ kecakapan individu dalam menghasilkan berbagai ide dan gagasan ➤ mengemukakan beragam cara untuk melakukan suatu hal ➤ menemukan banyak alternatif jawaban maupun solusi terhadap suatu permasalahan.
2.	Berpikir Luwes atau Fleksibel (<i>Flexibility</i>)	➤ kemampuan menghasilkan banyak ide tanpa khawatir salah ➤ mampu menerapkan konsep dengan metode berbeda ➤ mampu menyatakan pandangan unik yang kontras dengan orang lain, serta mengubah arah pemikiran secara cepat saat berhadapan dengan tantangan.
3.	Berpikir Orisinal (<i>Originality</i>)	➤ Kemampuan menghasilkan ide atau gagasan baru yang unik ➤ menggabungkan elemen-elemen secara inovatif ➤ mengekspresikan diri dengan cara tidak biasa ➤ menemukan solusi masalah yang tak terpikirkan orang lain.

NO	ASPEK KREATIVITAS	INDIKATOR
4.	Berpikir Memperinci (<i>Elaboration</i>)	➤ kemahiran siswa dalam mengembangkan, memperluas, atau menyempurnakan suatu ide dan produk agar tampil lebih detail dan menarik ➤ mampu mengolah ide orang lain agar lebih kaya ➤ mampu menguji aspek-aspek kecil untuk menentukan langkah selanjutnya, serta memiliki standar estetika yang tinggi
5.	Berpikir Menilai (<i>Evaluation</i>)	➤ kecakapan siswa dalam mengambil keputusan mandiri mengenai kebenaran sebuah informasi atau ketepatan sebuah tindakan ➤ kemampuan siswa memberikan penilaian berdasarkan perspektif (sudut pandang) pribadi ➤ mampu menyusun rencana kerja yang konkret dan tetap teguh pada pendiriannya setelah melakukan penilaian yang objektif.

B. Kajian Penelitian Yang Relevan

Penelitian tentang pengembangan modul pembelajaran Arduino uno berbasis multisensor atau mikrokontroler telah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu. Kajian terhadap peneliti terdahulu berfungsi sebagai pedoman, pembanding sekaligus untuk mengidentifikasi *research gap* yang akan dilakukan oleh peneliti ini.

Tabel 2.2 Kajian penelitian dari penelitian terdahulu

NO	NAMA PENELITI	JUDUL PENELITIAN	HASIL PENELITIAN	PERBEDAAN PENELITIAN
1	Rina Yuliasuti dan Masduki Zakarijah, 2023	Trainer sensor berbasis Arduino Uno sebagai media pembelajaran	Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran berupa Trainer Sensor berbasis	Penelitian ini tidak hanya berfokus pada pengembangan produk pembelajaran,

NO	NAMA PENELITI	JUDUL PENELITIAN	HASIL PENELITIAN	PERBEDAAN PENELITIAN
		mata pelajaran penerapan rangkaian elektronika kelas XI Elektronika Industri SMK Negeri 1 Magelang	Arduino Uno berhasil dikembangkan dan dinyatakan sangat layak untuk digunakan pada mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika. Hasil validasi oleh ahli media memperoleh persentase kelayakan sebesar 89%, yang termasuk dalam kategori sangat layak. Selain itu, hasil validasi oleh ahli materi memperoleh persentase sebesar 94%, yang juga termasuk dalam kategori sangat layak. hasil uji coba kepada 20 siswa sebagai pengguna menunjukkan persentase kelayakan sebesar 89% dengan kategori sangat layak.	tetapi juga bertujuan untuk meningkatkan kreativitas siswa melalui penggunaan modul pembelajaran berbasis multisensor. perbedaan utama kedua penelitian terletak pada produk yang dikembangkan serta tujuan penelitian, yaitu penelitian sebelumnya berfokus pada kelayakan media, sedangkan penelitian ini berfokus pada pengembangan modul pembelajaran dan peningkatan kreativitas siswa.
2	Ryan Rasidi Purwanto, 2026	Pengembangan modul pembelajaran trainer kit arduino berbasis project based learning untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran pemrograman	Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul pembelajaran trainer kit Arduino berbasis Project Based Learning (PjBL) memiliki tingkat kelayakan yang sangat tinggi dan menghasilkan rata-rata nilai post-test sebesar 89,69 pada kelas	Penelitian ini berorientasi pada peningkatan kreativitas siswa melalui pengembangan modul pembelajaran trainer arduino uno berbasis multisensor yang mendorong siswa menghasilkan ide,

NO	NAMA PENELITI	JUDUL PENELITIAN	HASIL PENELITIAN	PERBEDAAN PENELITIAN
		mikrokontroler dan algoritma di smkn 1 sidoarjo	eksperimen serta 90,11 pada kelas kontrol, namun tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara kedua kelas (Sig. = 0,945 > 0,05).	solusi dan proyek yang kreatif.
3	Wuritri Handayani, 2021	Pengembangan Modul Ajar Arduino pada Materi Dasar-Dasar Mikrokontroler di SMK Darul Istiqomah	Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul ajar Arduino pada materi dasar-dasar mikrokontroler memperoleh tingkat validitas yang sangat tinggi, dengan persentase validasi ahli media sebesar 95,5%, ahli materi sebesar 97,5%, uji kelompok kecil sebesar 96,6%, uji kelompok besar sebesar 96,5%, dan validasi gabungan sebesar 96,5%, sehingga modul dinyatakan sangat valid dan layak digunakan dalam pembelajaran.	Penelitian ini tidak hanya dasar dasar materi arduino saja namun mengintegrasikan beberapa sensor sehingga kreativitas siswa dapat meningkat dengan melakukan kegiatan praktikum mengembangkan proyek berbasis multisensor.

C. KERANGKA BERPIKIR

Pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) menekankan pada kegiatan praktik untuk mengembangkan keterampilan, kemampuan pemecahan masalah, dan kreativitas siswa. Pada kompetensi keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL) salah satu kemampuan yang harus

dikuasai siswa adalah memahami dan menerapkan sistem kendali berbasis mikrokontroler, khususnya menggunakan Arduino Uno.

Dalam pembelajaran mikrokontroler di SMK terdapat beberapa kendala, seperti modul pembelajaran yang belum sistematis, belum terintegrasi dengan trainer mikrokontroler, serta metode pembelajaran yang masih berpusat pada guru. Kondisi tersebut membatasi kesempatan siswa untuk bereksplorasi, berkreasi, dan belajar mandiri, sehingga kreativitas serta pencapaian tujuan pembelajaran praktik belum berkembang secara optimal.

Upaya untuk mengatasi permasalahan penelitian ini, dikembangkan modul pembelajaran trainer Arduino Uno berbasis multisensor. Modul ini dirancang dengan mengintegrasikan berbagai jenis sensor (*multisensor*) ke dalam satu sistem pembelajaran yang terencana. Modul pembelajaran tidak hanya memuat materi teori dan panduan praktikum, tetapi juga dilengkapi dengan latihan, proyek, serta evaluasi yang mendorong siswa untuk mengembangkan ide dan kreativitasnya.

Pengembangan modul pembelajaran trainer Arduino Uno berbasis multisensor diharapkan dapat meningkatkan kreativitas, keaktifan, dan kualitas pengalaman belajar siswa. Melalui modul ini, siswa diharapkan mampu berpikir kreatif, inovatif, dan mandiri dalam merancang serta mengembangkan sistem berbasis mikrokontroler, sehingga modul tersebut layak digunakan sebagai bahan ajar di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) untuk mendukung peningkatan kreativitas siswa.

Kerangka Berpikir dapat dilihat di gambar 2.1 sebagai berikut:

