

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Deskripsi Teori**

##### **1. Penelitian dan Pengembangan**

Suryanto dan Kusmawati (2017:363) menjelaskan bahwa penelitian dan pengembangan seringkali digunakan dalam dunia keteknikan untuk pengembangan teknologi diantaranya perangkat elektronik, perangkat keras, kendaraan, pesawat terbang, senjata, dan peralatan rumah tangga modern. Penelitian dan pengembangan didefinisikan oleh para ahli dengan berbagai pengertian. Sugiyono (2015: 297) berpendapat bahwa penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang memiliki tujuan untuk menghasilkan produk melalui tahapan-tahapan penelitian dan melakukan pengujian efektifitas produk tersebut pada masyarakat luas. Pengembangan produk harus melalui serangkaian tahapan penyusunan dan pengujian sebelum dapat digunakan pada masyarakat luas secara nyata. Menurut Sukmadinata (2016: 164-165) penelitian dan pengembangan merupakan tahapan-tahapan untuk melakukan pengembangan produk baru atau melakukan penyempurnaan produk yang sudah ada yang dapat dipertanggungjawabkan. Produk yang dikembangkan tidak hanya berwujud benda (*hardware*) misalnya buku dan media bantu pembelajaran di kelas atau laboratorium, tetapi dapat juga berupa perangkat lunak (*software*) seperti program komputer untuk mengolah data atau model pendidikan. Produk yang dikembangkan

atau disempurnakan harus bisa dipertanggungjawabkan sebelum dipergunakan oleh masyarakat luas.

Berdasar pada definisi-definisi diatas dapat diambil kesimpulan bahwa penelitian dan pengembangan merupakan metode yang bersifat sistematis yang harus melalui beberapa tahap dan proses penelitian, yang memiliki tujuan untuk menciptakan produk sesuai kebutuhan dan menguji tingkat keefektifan produk tersebut secara langsung pada sasaran penelitian, serta dapat dipertanggungjawabkan. Produk tersebut harus melalui evaluasi dan revisi agar dapat mencapai tujuan yang telah dirumuskan. Apabila produk yang dibuat atau dikembangkan bertujuan untuk meningkatkan efektifitas pembelajaran, maka perlu dilakukan analisis kebutuhan dan proses penyesuaian dengan lembaga pendidikan yang bersangkutan.

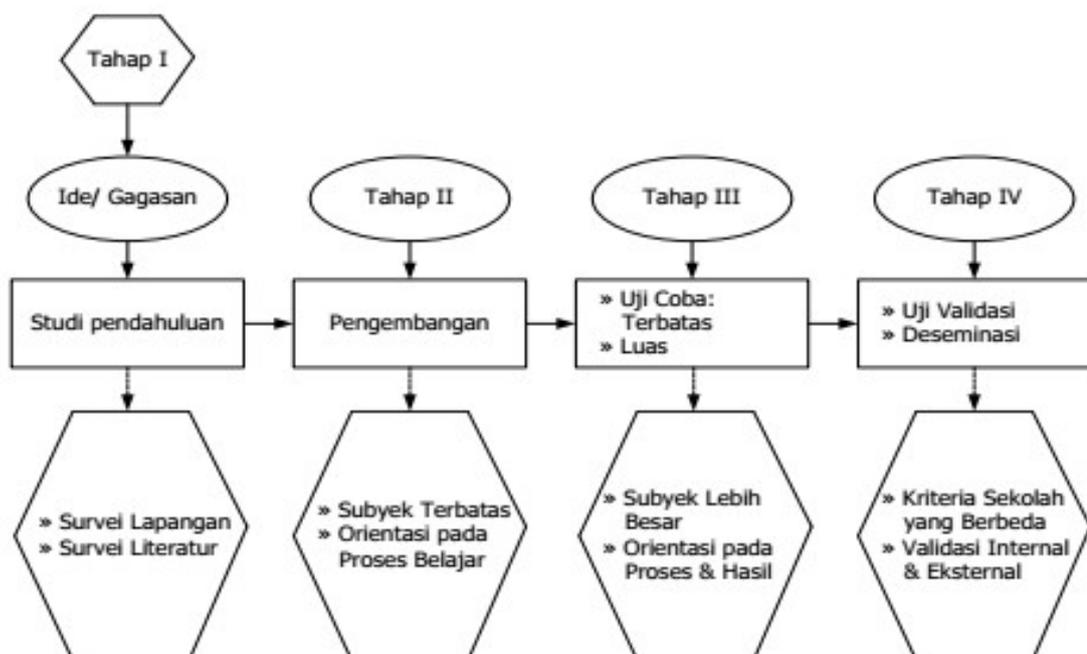
Tahapan penelitian dan pengembangan dilakukan agar pembuatan produk lebih terarah hingga ke pengujian. Beberapa ahli mencetuskan tahapan penelitian dan pengembangan. Sugiyono (2016: 48) mengemukakan langkah-langkah penelitian dan pengembangan untuk penciptaan produk baru teruji seperti yang tertera pada Gambar 1.

Sanjaya (2015: 135) menjelaskan terdapat 4 tahap dengan 7 langkah penting dalam pelaksanaan penelitian dan pengembangan. Tahap pertama terdiri dari 2 kegiatan, yaitu kegiatan pemaparan ide suatu produk diikuti dengan studi kepustakaan sebagai dasar penguat dari ide tersebut; tahap kedua merupakan tahap merealisasikan ide berupa pengembangan produk; tahap ketiga adalah tahap uji coba dari produk yang dikembangkan, tahap ini terdiri dari 2 kegiatan yaitu uji coba terbatas dan dilanjutkan dengan uji coba pada lingkup yang lebih luas; tahap

keempat yaitu validasi produk. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan oleh Sanjaya ditunjukkan pada Gambar2.

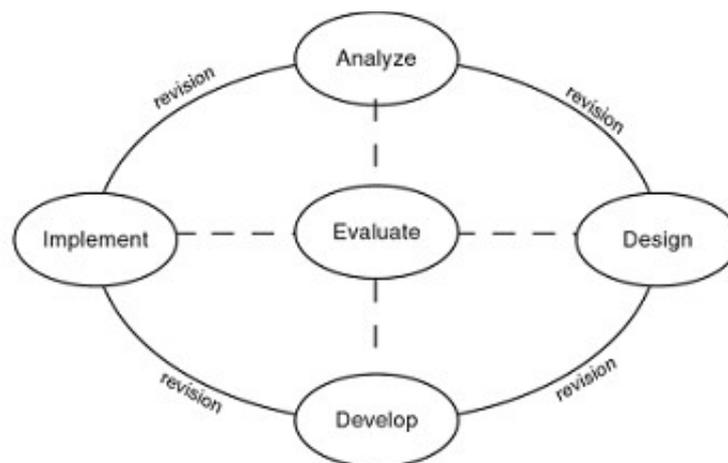


Gambar 1. Langkah-langkah Penelitian dan Pengembangan Produk Baru  
(Sumber: Sugiyono, 2016:48)



Gambar 2. Bagan Prosedur Pelaksanaan R&D oleh Sanjaya  
(Sumber: Sanjaya, 2015:136)

Branch (2009:2) memaparkan model penelitian dan pengembangan ADDIE yang merupakan kependekan dari *Analyze* (Analisis), *Desain* (Rancangan), *Develop* (Pengembangan), *Implement* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Filosofi dari model penelitian ADDIE yaitu pemnelajaran bersifat *student centered* atau berpusat pada peserta didik, inovatif, autentik, dan inspirasional. Langkah-langkah ADDIE yang dicetuskan oleh Branch ditunjukkan pada Gambar 3. Gambar 3 menjelaskan bahwa tahap evaluasi dapat dilaksanakan disetiap tahapan sesuai kebutuhan. Tahapan penelitian dan pengembangan model ADDIE Branch dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 3. Model ADDIE oleh Branch  
(Sumber: Branch, 2009:2)

Berdasarkan deskripsi-deskripsi oleh para ahli diatas dan kondisi lapangan pada penelitian ini, peneliti memilih model penelitian dan pengembangan ADDIE sebagai model yang paling efektif dalam menciptakan sistem penyelaras gerak robot dengan komunikasi bluetooth HC-05 sebagai media pembelajaran mata kuliah robotika. Pengembangan sistem penyelaras gerak robot dengan komunikasi bluetooth HC-05 nantinya akan melalui tahap-tahap penelitian dan pengembangan

ADDIE yang meliputi analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi.

Perbaikan pada model ADDIE dapat dilakukan di setiap tahapan sesuai kebutuhan.

Tabel 1. Tahapan Desain Media Pembelajaran dengan Model ADDIE oleh Branch (2009:3)

	<i>Analyze</i>	<i>Design</i>	<i>Develop</i>	<i>Implement</i>	<i>Evaluate</i>
<b>Concept</b>	<i>Identify the probable causes for performance gap</i>	<i>Verify the desired performances and appropriate testing methods</i>	<i>Generate and validate the learning resources</i>	<i>Prepare the learning environment and engage the students</i>	<i>Assess the quality of the instructional products and processes, both before and after implementation</i>
<b>Common Procedures</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Validate the performance gap</li> <li>2. Determine instructional goals</li> <li>3. Confirm the intended audience</li> <li>4. Identify required resources</li> <li>5. Determine potential delivery systems (including cost estimate)</li> <li>6. Compose a project management plan</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Conduct a task inventory</li> <li>8. Compose performance objectives</li> <li>9. Generate testing strategies</li> <li>10. Calculate return on investment</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>11. Generate content</li> <li>12. Select or develop supporting media</li> <li>13. Develop guidance for the student</li> <li>14. Develop guidance for the teacher</li> <li>15. Conduct formative revisions</li> <li>16. Conduct a Pilot Test</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>17. Prepare the teacher</li> <li>18. Prepare the student</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>19. Determine evaluation criteria</li> <li>20. Select evaluation tools</li> <li>21. Conduct evaluations</li> </ol>
	<i>Analysis Summary</i>	<i>Design Brief</i>	<i>Learning Resources</i>	<i>Implement Strategy</i>	<i>Evaluation Plan</i>

## **2. Pembelajaran**

Undang-Undang No. 20 tahun 2003 menjelaskan pembelajaran merupakan proses interaksi yang dilakukan oleh peserta didik dengan tenaga pendidik dan menggunakan sumber belajar dalam suatu lingkungan belajar. Penjelasan lain mengenai pembelajaran terdapat pada Undang-Undang Nomor 12 tahun 2012 pasal 1 ayat 12 yang menjelaskan pembelajaran merupakan proses interaksi antara mahasiswa dengan dosen menggunakan media dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Menurut Huda (2015:2) pembelajaran adalah hasil dari memori, kognisi, dan metakognisi yang mempengaruhi pemahaman. Pendapat lain dikemukakan oleh Gagne & Briggs (Martono & Wagiran, 2016:184) yaitu pembelajaran sebagai upaya untuk membantu peserta didik (dalam penelitian ini yakni mahasiswa) melalui serangkaian tahapan dan proses belajar. Sedangkan Ertikanto (2016:1) berpendapat bahwa pembelajaran adalah suatu sistem yang membantu peserta didik mempelajari sesuatu serta melakukan interaksi dengan sumber belajar maupun lingkungan sekitar.

Berdasar dari beberapa defisini dari para ahli yang telah disebutkan di atas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pembelajaran merupakan proses yang di dalamnya terjadi proses interaksi antara peserta didik dengan pendidik menggunakan sumber belajar pada lingkungan belajar yang telah disusun dan ditata sedemikian rupa untuk memperoleh sebuah pemahaman bagi peserta didik.

## **3. Media Pembelajaran**

Media pembelajaran telah banyak didefinisikan oleh para ahli. Robert Gagne (Maswan & Muslimin, 2017: 111) menjelaskan bahwa media pembelajaran

merupakan segala sesuatu yang dapat dimanfaatkan untuk menyampaikan pesan pembelajaran. Segala macam benda yang dapat digunakan untuk menyampaikan pesan pembelajaran dapat disebut sebagai media pembelajaran. Menurut Wati (2016:3) media pembelajaran adalah alat dan teknik yang dipergunakan sebagai media komunikasi antara pendidik dengan peserta didik. Alat dan teknik tersebut digunakan untuk menghubungkan persepsi antara dua belah pihak. Pendapat lain disampaikan oleh Wibawanto (2017:6), menurut Wibawanto media pembelajaran merupakan media kreatif yang berguna untuk memberikan materi pelajaran kepada peserta didik sehingga proses belajar mengajar dapat berjalan lebih efektif, efisien dan menyenangkan.

Media pembelajaran terbagi menjadi beberapa klasifikasi. Salah satu klasifikasi yang mudah dipelajari yakni klasifikasi media pembelajaran yang dikemukakan oleh Heinich dkk (Uno & Lamatenggo, 2014: 123) yang dijelaskan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Media Pembelajaran

<b>Klasifikasi</b>	<b>Jenis Media</b>
Media yang tidak diproyeksikan ( <i>non projected media</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realita,</li> <li>• Model,</li> <li>• Bahan grafis</li> <li>• (<i>graphic material</i>),</li> <li>• <i>Display</i></li> </ul>
Media yang diproyeksikan ( <i>projected media</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OHT,</li> <li>• <i>Slide</i>,</li> <li>• <i>Opaque</i></li> </ul>
Media suara (audio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Audio kaset,</li> <li>• <i>Audio vision</i>,</li> <li>• <i>Active audio vision</i></li> </ul>
Media video (Video)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Video</li> </ul>
Media berbasis komputer ( <i>computer based media</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Computer Assisted Instruction (CAI)</i>,</li> <li>• <i>Computer Managed Instruction (CMI)</i></li> </ul>
<i>Multimedia kit</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perangkat praktikum</li> </ul>

Salah satu media yang dapat dikategorikan ke dalam klasifikasi *Multimedia Kit* yaitu perangkat praktikum. Khosnevis (Chamzah & Suprianto, 2015:51) menjelaskan modul praktik merupakan serangkaian proses simulasi aplikasi dalam pembangunan model dari sistem nyata maupun usulan suatu sistem, melakukan percobaan menggunakan model tersebut dalam penjelasan perilaku sistem, mempelajari kinerja sistem, atau untuk membangun sistem baru sesuai kinerja yang diinginkan oleh perancang. Proses simulasi aplikasi sistem harus dibuat sedemikian rupa sehingga sesuai dengan kinerja sistem yang sebenarnya. Menurut Sukir (2017: 67), *industrial simulator* merupakan media pembelajaran yang telah dilengkapi dengan lembar kerja (*jobsheet*) atau modul pembelajaran praktikum, yang berbentuk peralatan nyata atau replika dari alat yang terdapat di industri. Modul praktik dilengkapi dengan lembar kerja (*jobsheet*) atau modul pembelajaran praktikum dengan tujuan untuk menunjang proses pembelajaran.

Berdasarkan penjelasan-penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran adalah sesuatu yang dapat dimanfaatkan untuk membantu proses penyaluran informasi dan pesan dari pendidik secara terencana dan sistematis kepada peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran yang lebih efektif, efisien dan menyenangkan. Sedangkan modul praktik merupakan seperangkat alat yang digunakan dalam proses pembelajaran berbentuk simulasi dari suatu sistem maupun alat tertentu yang dilengkapi dengan lembar kerja (*jobsheet*) dan panduan penggunaan dengan tujuan untuk menyampaikan topik atau materi melalui observasi dan eksperimen dari kinerja sistem tersebut.

#### **a. Manfaat *Simulator* (Modul Praktik) sebagai Media Pembelajaran**

Banyak pendapat mengenai manfaat media pembelajaran. Menurut Arsyad (2014: 29-30) manfaat media pembelajaran dalam proses pembelajaran adalah sebagai berikut: (1) Memperjelas penyampaian informasi dan pesan yang dapat meningkatkan proses dan hasil belajar peserta didik; (2) Memicu peningkatan dan pengarahan perhatian peserta didik sehingga memunculkan motivasi belajar, interaksi peserta didik dengan lingkungan secara langsung, dan timbulnya kemandirian peserta didik dalam belajar sesuai kemampuan dan minatnya; (3) Teratasinya keterbatasan indera, waktu, dan ruang. Hal tersebut dapat dijelaskan misalnya jika objek terlalu kecil dapat disajikan dengan bantuan mikroskop maupun media visual berupa film maupun gambar; (4) Media pembelajaran dapat menyamakan pengalaman peserta didik mengenai peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka, serta memungkinkan terjadi interaksi secara langsung dari peserta didik, pendidik, masyarakat dan lingkungan.

Pendapat lain dikemukakan oleh Wibawanto (2017:6-7) yang menjelaskan manfaat media pembelajaran yaitu: (1) Memperjelas penyajian informasi sehingga tidak terlalu verbalitas (berbasis kata tertulis maupun lisan); (2) Mengatasi adanya keterbatasan ruang, waktu, dan daya indera manusia, misalnya objek visual yang terlalu besar dapat digantikan dengan model, sedangkan objek yang terlalu kecil dapat digantikan dengan proyeksi mikro; (3) Penggunaan media pendidikan secara tepat dan bervariasi dapat mengatasi sikap pasif peserta didik. Hal ini menjelaskan media pembelajaran berguna untuk memicu motivasi belajar peserta didik, memungkinkan peserta didik untuk berinteraksi langsung dengan lingkungan

seperti kondisi sebenarnya, dan memungkinkan peserta didik belajar mandiri dengan kemampuan dan minatnya; (4) Mengatasi perbedaan latar belakang dan sifat peserta didik dengan memberikan rangsangan yang sama, menyamakan pengalaman, dan memunculkan persepsi yang sama terhadap peserta didik sehingga dapat menjadikan kondisi pembelajaran yang lebih kondusif.

Uno & Lamatenggo (2014:149) memaparkan tujuan utama pembuatan perangkat praktikum (modul praktik) yang didasarkan atas manfaatnya, yakni memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mempelajari dengan melakukan pengamatan langsung dan eksperimen, meningkatkan rasa ingin tahu, serta memberikan kesimpulan atas praktikum yang telah diuji coba. Secara tidak langsung pembelajaran menggunakan modul praktik menuntun peserta didik untuk melakukan pembelajaran mandiri baik dalam proses observasi sistem, membuat keputusan dari observasi yang dilakukan, hingga menarik kesimpulan dari sistem yang dipelajari.

Berdasar dari beberapa pendapat diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa manfaat dari media pembelajaran berupa bagi peserta didik yaitu: (1) menambah kejelasan penyaluran materi kepada peserta didik yang berakibat pada meningkatnya proses dan hasil belajar; (2) mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan indera peserta didik dalam mempelajari suatu sistem; (3) menambah keaktifan peserta didik dalam belajar sesuai minat dan kemampuannya secara mandiri; (4) menambah kemauan belajar peserta didik; (5) menyamakan persepsi antar peserta didik terhadap materi dan memungkinkan terjadinya interaksi antara peserta didik dengan pendidik, masyarakat, dan lingkungan secara langsung. Sedangkan media

pembelajaran jenis *simulator* (modul praktik) memiliki manfaat yang lebih spesifik diantaranya: (1) mempermudah pendidik untuk menyampaikan materi atau topik dari suatu sistem yang sulit didatangkan dalam lingkungan pembelajaran; (2) membantu peserta didik dalam melakukan penerapan teori/ konsep kognitif yang diperoleh dari benda nyata sehingga tercipta persepsi yang sama antar peserta didik; (3) mempermudah pengembangan psikomotorik peserta didik dari segi pengoperasian dan biaya; (4) mempermudah peserta didik dalam memahami skema rangkaian elektronika; (5) memberikan rangsangan penting dalam ranah psikomotorik; (6) memberikan gambaran lingkungan nyata kepada peserta didik dalam bentuk simulasi; (7) peserta didik dapat melakukan percobaan pada sistem secara langsung; (8) memunculkan rasa keingintahuan peserta didik mengenai sistem yang akan dipelajari; (9) mempercepat proses pembelajaran dibandingkan menggunakan benda atau sistem asli; dan (10) merangsang peserta didik dalam menentukan keputusan dan mencetuskan kesimpulan terhadap praktikum.

#### **b. Pertimbangan Pemilihan *Simulator* sebagai Media Pembelajaran**

Terdapat beberapa pertimbangan dalam memilih media pembelajaran yang tepat dalam proses pembelajaran. Pertimbangan-pertimbangan dalam memilih media pembelajaran dapat diterapkan dalam pemilihan modul praktik. Hal ini disebabkan karena modul praktik merupakan salah satu bagian dari media pembelajaran. Menurut Munadi (2013: 187), kriteria yang dapat dijadikan fokus pertimbangan pemilihan media pembelajaran yakni: (1) karakteristik siswa, (2) tujuan pembelajaran yang akan dicapai, (3) bahan ajar, (4) karakteristik media yang akan dipilih, (5) sifat pemanfaatan media. Sedangkan Sanaky (2013: 6-7)

berpendapat bahwa media pembelajaran yang dipilih dalam proses pembelajaran harus disesuaikan dengan kriteria sebagai berikut: (1) tujuan pembelajaran yang akan dicapai, (2) bahan yang digunakan dalam proses pembelajaran, (3) metode mengajar yang diterapkan, (4) ketersediaan alat dan bahan yang diperlukan dalam pembelajaran, (5) karakter pribadi pendidik, (6) kondisi tingkat pemahaman dan minat peserta didik, (7) situasi pembelajaran.

Menurut Sadiman, dkk (2011: 85) terdapat beberapa poin praktis yang dapat digunakan dalam mempertimbangkan pemilihan media pembelajaran. Poin-poin tersebut antara lain:

- 1) Tingkat relevansi media dengan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.
- 2) Adanya sumber informasi, katalog, dan sebagainya mengenai media yang akan dipilih.
- 3) Perlu tidaknya pembentukan tim khusus untuk melakukan *review*.
- 4) Ada tidaknya media yang telah divalidasi yang beredar di pasaran.
- 5) Media yang bersangkutan boleh di *review* terlebih dahulu atau tidak.
- 6) Ketersediaan format *review* yang telah dilakukan.

Berdasarkan beberapa gagasan dari para ahli di atas, dapat disimpulkan pertimbangan pada pemilihan media pembelajaran dalam proses pembelajaran yaitu: (1) tujuan pembelajaran yang akan dicapai; (2) keterkaitan dengan bahan ajar; (3) kondisi pendidik, peserta didik, dan keterkaitannya dengan lingkungan; (4) ketersediaan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran; (5) karakteristik media yang akan dipilih; (6) metode pembelajaran yang digunakan.

### **c. Kriteria Pemilihan *Simulator* (Modul Praktik) sebagai Media Pembelajaran**

Sejauh mana tingkat kelayakan media pembelajaran yang digunakan dapat diketahui dengan evaluasi media pembelajaran. Terdapat beberapa kriteria yang telah ditentukan dalam proses evaluasi media pembelajaran. Kriteria-kriteria yang dijadikan acuan pemilihan media pembelajaran dapat diterapkan dalam pemilihan modul praktik yang baik. Hal ini dikarenakan modul praktik merupakan salah satu bagian dari media pembelajaran.

Menurut Arikunto (2016: 336), evaluasi yang berkaitan dengan media pembelajaran memiliki sasaran sebagai berikut: (1) kelengkapan media; (2) keragaman jenis media; (3) model media; (4) kemudahan dalam pengoperasian media; (5) kemudahan dalam memperoleh media; (6) kesesuaian media dengan cakupan materi yang diajarkan; (7) jumlah persediaan media dibandingkan dengan jumlah peserta didik yang membutuhkan media tersebut.

Arsyad (2014: 74-76) berpendapat beberapa kriteria yang harus diperhatikan dalam memilih media adalah: (1) kesesuaian media dengan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai; (2) ketepatan dalam mendukung isi pembelajaran yang bersifat faktual, konseptual, prinsip, ataupun generalisasi; (3) praktis, tahan, dan fleksibel. (4) mudah dioperasikan baik oleh pendidik maupun peserta didik; (5) disesuaikan dengan kelompok sasaran; (6) kualitas dan mutu teknis. Hal ini dilihat dari penampilan visual yang harus memenuhi persyaratan teknis tertentu sesuai dengan jenis media pembelajaran.

Sependapat dengan Arikunto, Sudjana & Rivai (2013: 4-5) menjelaskan bahwa pemilihan media untuk kepentingan mengajar sebaiknya disesuaikan dengan kriteria-kriteria sebagai berikut: (1) kesesuaian dengan tujuan pembelajaran yang ditentukan; (2) kemampuan media untuk mendukung isi pembelajaran; (3) kemudahan dalam mendapatkan media; (4) kemampuan pendidik mengoperasikan media tersebut; (5) ada tidaknya waktu untuk melakukan pengoperasian media; (6) sesuai dengan tingkat pemikiran peserta didik.

Sedangkan Walker & Hess (Arsyad, 2014: 219-220) juga mengemukakan beberapa kriteria dalam proses evaluasi kualitas media pembelajaran antara lain:

- a. Kualitas isi dan tujuan media pembelajaran terdiri dari beberapa aspek diantaranya ketepatan, kepentingan, kelengkapan, keseimbangan, minat atau perhatian, keadilan, dan kesesuaian dengan kondisi peserta didik dan lingkungan pembelajaran.
- b. Kualitas instruksional media pembelajaran terdiri dari aspek memberikan kesempatan belajar bagi peserta didik, memberikan bantuan dalam belajar, kemampuan media menumbuhkan motivasi belajar, fleksibilitas instruksional, hubungan dengan program pembelajaran lain, kualitas sosial interaksi instruksional, kualitas tes dan penilaian, dapat memberi dampak nyata bagi peserta didik, dan membawa dampak bagi pendidik dan proses pembelajaran.
- c. Kualitas teknis media pembelajaran terdiri dari kemudahan keterbacaan, kemudahan pengoperasian, kualitas visual, kualitas penanganan jawaban, kualitas pengelolaan sistem, dan kualitas pendokumentasian.

Berdasarkan beberapa pendapat diatas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa media pembelajaran yang baik harus memenuhi berbagai kriteria yang meliputi: (1) kebermanfaatan media; (2) kemudahan perangkat media untuk diperoleh; (3) kemudahan pengoperasian media baik oleh pendidik maupun peserta didik; (4) relevansi media dengan materi dan tujuan pembelajaran; (5) kualitas isi dan tujuan media pembelajaran; (6) bahasa; (7) daya tarik visual media; serta (8) kualitas pembelajaran.

Penelitian ini akan mengungkap 8 aspek tersebut melalui serangkaian validasi oleh ahli media, ahli materi, dan pengguna untuk mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran jenis modul praktik yang dikembangkan. Aspek-aspek evaluasi yang difokuskan kepada ahli media antara lain: (1) manfaat media; (2) perangkat media; dan (3) kemudahan penggunaan dan pengoperasian. Aspek evaluasi pada ahli materi akan difokuskan pada: (1) relevansi materi dengan tujuan pembelajaran; (2) penyajian materi; dan (3) bahasa. Sedangkan aspek evaluasi untuk pengguna difokuskan pada: (1) Kualitas isi dan tujuan pembelajaran; (2) kualitas pembelajaran dan (3) penggunaan media.

#### **4. Komunikasi Penyelaras Gerak Robot**

Robot manipulator yang digunakan di dunia industri tentunya berjumlah lebih dari satu buah, oleh karena itu untuk menyelaraskan kinerja masing-masing robot dengan robot lainnya memerlukan komunikasi. Menurut Syam & Hair (2016: 126-127), komunikasi merupakan hal yang sentral dan utama pada sistem multi-robot atau robot majemuk. Komunikasi antar robot diperlukan dalam transportasi objek yang memungkinkan robot bekerja sama dalam mendorong, memotong, dan

mengangkat benda kerjanya. Sependapat dengan hal tersebut Adriansyah (2012: 17) komunikasi multi-robot adalah sebuah inovasi teknologi yang mampu memberikan jalur komunikasi antara dua robot atau lebih. Sistem komunikasi multi-robot memungkinkan dua robot atau lebih untuk saling bertukar informasi baik dengan kabel maupun nirkabel (*wireless*). Yuliza (2013: 58) mengemukakan bahwa komunikasi antar robot dalam suatu sistem multi-robot merupakan perilaku robot yang saling bertukar informasi dengan prinsip kerja *leader-follower* atau lebih dikenal dengan sebutan *master-slave*.

Menurut Adriansyah (2012: 17), komunikasi multi-robot terdiri dari 3 jenis, yaitu komunikasi implisit, eksplisit, dan komunikasi keadaan. Komunikasi implisit merupakan komunikasi melalui perubahan lingkungan, penerapan pada robot manipulator pada umumnya menggunakan sensor-sensor tertentu. Komunikasi eksplisit merupakan komunikasi antar robot menggunakan media protokol sebagai sarana pertukaran informasi berbasis nirkabel yang bekerja secara *realtime* seperti bluetooth, wifi dan lain sebagainya. Komunikasi keadaan merupakan komunikasi antar robot dengan syarat suatu robot harus dapat mempelajari tingkah laku dari robot lainnya. Berdasarkan ketiga jenis komunikasi multi-robot tersebut, komunikasi yang dapat digunakan sebagai penyelarasan gerak robot diantaranya komunikasi implisit dan eksplisit. Data yang diterima dari robot penerima akan diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan gerak aktuator yang selaras.

Berdasarkan beberapa pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa penyelarasan robot dapat dilakukan melalui komunikasi antar-robot. Komunikasi antar robot memungkinkan pengiriman informasi dari suatu robot manipulator ke

robot manipulator lainnya sehingga dapat digunakan sebagai sarana untuk mengirimkan data perintah penyalarsan melalui media protokol. Penyalarsan gerak robot umumnya digunakan pada *workstation* yang melakukan proses-proses yang sistematis seperti pengelasan, dan pengecatan. Robot pengelas memerlukan penyalarsan karena dalam satu *workstation* terdiri dari beberapa robot yang bekerja pada satu objek sehingga diperlukan koordinasi antar robot. Selain itu dapat juga digunakan sebagai media hiburan seperti yang diterapkan pada robot seni tari yang memerlukan penyalarsan untuk menyamakan gerakan antar robot.

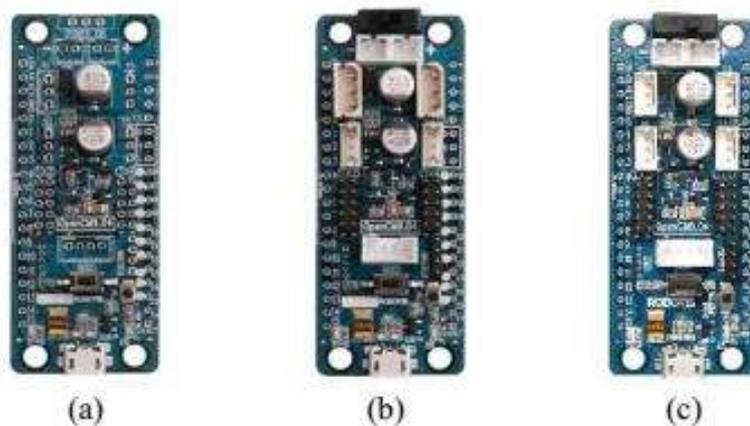
## 5. OpenCM 9.04

OpenCM 9.04 merupakan serangkaian papan mikrokontroler yang dikeluarkan oleh perusahaan ROBOTIS yang bersifat *Open Source*. Kontroler ini berbasis STM32F013CB dengan menggunakan *chip* mikrokontroler ARM Cortex-M3 CPU dengan memori *flash* sebesar 128 kB dan SRAM sebesar 20kB. Kontroler ini didesain dengan skematik catu daya yang mampu memberikan suplai tegangan 5 volt dan 3,3 volt DC. Tegangan 5 volt terdapat pada jalur TTL sedangkan tegangan 3,3 volt digunakan untuk suplay mikrokontroler, port sensor 5 pin, dan port komunikasi 4 pin. OpenCM 9.04 memiliki 3 varian, yakni tipe A, tipe B, dan tipe C seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Perbedaan dari ketiga tipe ini lebih lanjut dijelaskan pada Tabel 3.

Mikrokontroler ini dilengkapi dengan konektor 3 pin TTL untuk mengoperasikan *smart servo* dynamixel jenis AX, MX, XL-series. Selain itu terdapat pula pin GPIO sebanyak 26 pin yang dapat digunakan untuk *input* analog, USB, CAN, SPI, I2C, dan serial port. Penggunaan pin GPIO hanya dapat diakses

apabila openCM 9.04 diprogram menggunakan *software* Robotis OpenCM IDE. *Debugging* perangkat keras (*hardware*). Spesifikasi dari *hardware* OpenCM 9.04 sebagai berikut:

CPU	: STM32F103CB (ARM Cortex-M3)
Tegangan kerja	: 5V~16V (5V USB; 12V DXL Port; 7,4V XL-Series Port)
I/O	: 26 GPIO
Timer	: 4 (16bit)
ADC	: 10 (12bit)
Flash	: 128kB
SRAM	: 20kB
Clock	: 72MHz (9 x 8MHz)
USB	: 1 mikro USB Tipe B 2.0
USART	: 3 buah
Debug	: JTAG & SWD
3 Pin TTL	: 4 buah
Dimensi	: 27mm x 66,6mm

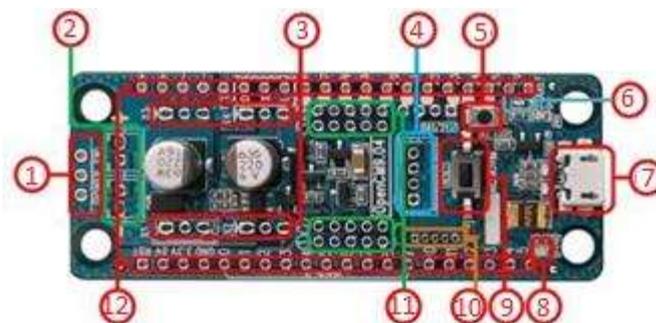


Gambar 4. a) Tipe A b) Tipe B, c) Tipe C  
(Sumber: ROBOTIS)

Tabel 3. Perbedaan Tipe A, Tipe B, dan Tipe C

Fitur	Tipe A	Tipe B	Tipe C
Saklar Catu Daya	X	1	1
Tombol Pengguna	1	1	1
2-Pin Baterai (LBS-40)	X	2	2
JTAG/SWD	X	1	1
Port Mikro USB	X	1	1
Port 5-Pin	X	4	4
Sambungan Dynamixel TTL seri AX/MX	X	2	X
Sambungan Dynamixel TTL seri XL	X	2	4
4-Pin komunikasi	X	1	1

Selain spesifikasi di atas, terdapat pula bagian-bagian dari OpenCM 9.04 yang ditunjukkan oleh Gambar 5. Fungsi dari tiap bagian OpenCM 9.04 dijelaskan pada Tabel 4. Penomoran pada Tabel 4 merupakan penomoran yang tertera pada Gambar 5. Komponen-komponen tersebut diantaranya adalah tombol power, soket baterai atau catu daya, pin Dynamixel TTL, port komunikasi, tombol user, eksternal ADC, mikro USB, status LED, tombol reset, 4-pin JTAG/SWD, 5 pin sensor eksternal, dan pin GPIO 2,5mm.



Gambar 5. Bagian-bagian OpenCM 9.04  
(Sumber: ROBOTIS)

Tabel 4. Bagian-bagian OpenCM 9.04 dan Fungsinya

No.	Nama	Fungsi
1	Tombol power	Saklar catu daya
2	Soket baterai	Soket penghubung baterai
3	3-Pin dynamixel TTL	Konektor dynamixel berbasis TTL
4	Port Komunikasi	Komunikasi UART BT-110A, BT-210, ZIG-110A, LN-101. 4 Pin port komunikasi pada OpenCM 9.04 menggunakan Serial2 (USART2)
5	Tombol <i>user</i>	Digunakan untuk memasuki mode pemulihan ( <i>recovery</i> ) firmware pada OpenCM9.04
6	Ext. ADC Ref <i>Jumper</i>	Merubah tegangan referensi analog
7	Mikro USB-B	Jalur komunikasi, mengunduh program, dan sebagai catu daya 5V
8	Status LED	Indikator percobaan program LED OpenCM 9.04
9	Tombol <i>reset</i>	Digunakan untuk <i>reset</i> CPU
10	4-Pin JTAG/SWD	Digunakan untuk menghubungkan ST-LINK dan sejenisnya
11	5-Pin sensor eksternal	Digunakan untuk mengakses produk sensor ROBOTIS
12	Pin GPIO 2,5 mm	Digunakan untuk mengakses perangkat eksternal ke CPU OpenCM 9.04

## 6. Motor Servo Dynamixel AX-12

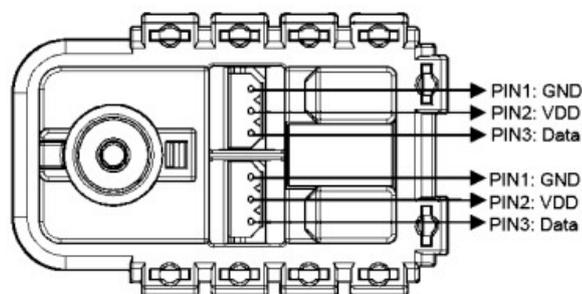
Dynamixel AX-12 merupakan salah satu jenis servo yang dikeluarkan oleh perusahaan ROBOTIS. Servo ini terintegrasi penuh antara motor DC, mikrokontroler ATMEGA 8, *driver* motor, dan jaringan dalam satu modul sehingga servo jenis ini masuk ke dalam kategori *smart actuator*. Selain itu servo ini telah dilengkapi dengan berbagai sensor, diantaranya sensor posisi untuk mendeteksi posisi dan arah putar servo pada saat dioperasikan, sensor suhu, sensor beban, dan sensor tegangan. Material dan *gear* servo AX-12 terbuat dari bahan plastik sehingga torsi servo AX-12 tidak sebesar seri di atasnya. Servo ini dapat berkomunikasi dengan kontroler utama menggunakan antarmuka UART TTL *half duplex*, instalasi

elektronik antar servo ini menggunakan rantai *daisy*. Bentuk fisik dynamixel AX-12 ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Bentuk Fisik Servo Dynamixel AX-12  
(Sumber: ROBOTIS)

Servo dynamixel AX-12 memiliki 3 pin komunikasi berbasis TTL. Secara berurutan pin pada servo ini merupakan pin GND (pin ground), VCC (pin catu daya servo), dan Data (pin masukan data servo). Servo ini bekerja pada tegangan 9 hingga 12 volt DC, sedangkan tegangan yang direkomendasikan pada servo ini sebesar 11,1 volt DC. Torsi yang dihasilkan motor servo dynamixel AX-12 sebesar 1,5Nm pada tegangan 12V. Spesifikasi lengkap motor servo dynamixel AX-12 sebagai berikut.



Gambar 7. Konfigurasi PIN Dynamixel AX-12  
(Sumber: ROBOTIS)

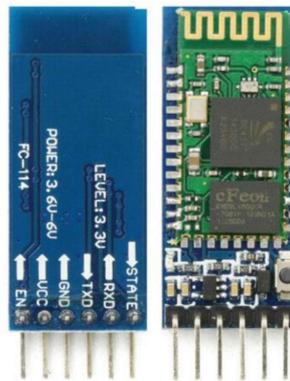
## Spesifikasi dynamixel AX-12

Berat	: 54,6g
Dimensi	: 32mm x 50mm x 40mm
Resolusi	: 0,29°
Rasio pengurangan gigi	: 254 : 1
Torsi	: 1,5Nm (dengan tegangan kerja 12V, 1,5A)
Kecepatan tanpa beban	: 59rpm (pada 12V)
Sudut putaran	: 0° – 300°
Suhu pengoperasian	: -5°C - +70 °C
Tegangan	: 9 – 12V (rekomendasi tegangan 11,1V)
Sinyal perintah	: Paket digital
Tipe Protokol	: <i>Half Duplex Asynchronous Serial Communication</i> (8 bit, 1 stop, no parity)
Koneksi antar servo	: <i>TTL level multi drop (daisy chain)</i>
ID	: 0 – 253 ID
Kecepatan komunikasi	: 7343bps – 1Mbps
Umpan balik	: Posisi, temperatur, beban, tegangan masukan, dsb.
Bahan	: Plastik

## 7. Bluetooth HC-05

Berdasarkan datasheet, Bluetooth HC-05 merupakan modul Bluetooth SSP (*Serial Port Protocol*) yang dirancang khusus untuk sambungan nirkabel transparan. Serial port bluetooth modul sepenuhnya didukung dengan bluetooth V2.0 dan dilengkapi EDR (*Enhance Data Rate*) sebesar 3Mbps dengan teknologi radio 2.4GHz dan *baseband*. Ukuran modul bluetooth HC-05 tergolong kecil dan tidak memakan banyak tempat. Modul bluetooth HC-05 merupakan modul yang paling sering digunakan untuk komunikasi nirkabel antar robot pada jarak dekat.

Modul ini dapat diperasikan menggunakan mikrokontroler maupun mini PC dengan mudah. Bentuk fisik bluetooth HC-05 dijelaskan pada Gambar 8, sedangkan spesifikasi bluetooth HC-05 dijelaskan pada Tabel 5. Penggunaan modul bluetooth HC-05 pada sistem penyalarsan gerak robot dimaksudkan sebagai sarana komunikasi antar robot. Komunikasi antar robot yang digunakan adalah pertukaran data perintah penyalarsan antara aktuator robot pertama dengan robot kedua.



Gambar 8. Bluetooth HC-05  
(Sumber: positrontech.in)

Tabel 5. Spesifikasi Bluetooth HC-05

Spesifikasi Perangkat Keras	Spesifikasi Perangkat Lunak
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensitifitas tipikal -80dBm</li> <li>• Kekuatan transmisi mencapai +4dBm</li> <li>• Pengoperasian hemat energi 1,8V dan I/O 1,8V hingga 3,6V</li> <li>• Kendali PIO</li> <li>• Interface UART dengan <i>baudrate</i> yang dapat diprogram</li> <li>• Terintegrasi dengan antenna</li> <li>• Dilengkapi konektor di bagian samping</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Baud rate</i> bawaan: 38400, bit data: 8bit, <i>stop bit</i>: 1, <i>parity</i>: no parity, memiliki kendali data</li> <li>• <i>Baud rate</i> yang didukung: 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800</li> <li>• Terkoneksi otomatis dengan perangkat terakhir yang dihubungkan</li> <li>• Otomatis terpasang (jika diseting <i>master-slave</i>) dengan <i>PINCODE</i>: "0000" sebagai <i>default</i></li> <li>• Otomatis terhubung kembali jika terputus karena keluar dari <i>range</i> koneksi maksimal 30 menit</li> </ul>

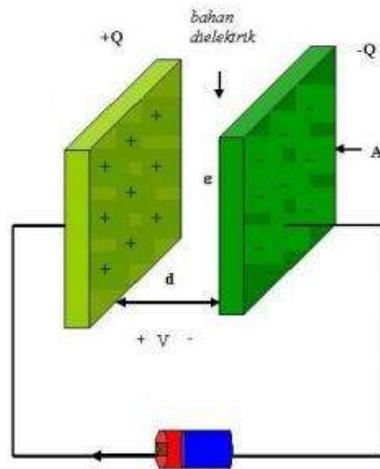
## 8. Sensor *Proximity* Kapasitif

Karim (2013:128) menjelaskan bahwa sensor *proximity* merupakan sensor atau saklar yang mampu mendeteksi target (benda) tanpa adanya kontak fisik antara benda dengan sensor. Sensor *proximity* biasanya terdiri dari komponen elektronik *solid-state* yang terbungkus rapat untuk melindungi dari getaran, cairan, kimia, dan korosi yang berlebihan. *Proximity* kapasitif merupakan sensor yang mendeteksi semua objek baik metal maupun non metal. Sensor ini bekerja berdasarkan konsep kapasitif yaitu perubahan energi listrik yang dapat disimpan oleh sensor yang disebabkan oleh perubahan jarak lempeng, perubahan luas penampang objek, dan perubahan volume dielektrikum sensor tersebut. Konsep kapasitor yang ada dalam sensor *proximity* kapasitif yaitu proses penyimpanan dan pelepasan energi listrik dalam bentuk muatan listrik.

Karim (2013: 147) menambahkan cara kerja *proximity* kapasitif yaitu sensor akan mengukur perubahan kapasitansi medan listrik dari kapasitor didalamnya yang disebabkan oleh objek yang mendekatnya. Bentuk fisik sensor *proximity* kapasitif ditunjukkan pada Gambar 9. Konsep sensor *proximity* kapasitif dijelaskan pada Gambar 10.



Gambar 9. Bentuk Fisik Sensor *Proximity* Kapasitif  
(Sumber: Karim, 2013: 147)



Gambar 10. Konsep *Proximity* Kapasitif  
(Sumber: Karim, 2013: 147)

## 9. *Software Robotis OpenCM IDE*

*Software Robotis OpenCM IDE* merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk memprogram mikrokontroler OpenCM menggunakan bahasa embedded C. Robotis OpenCM IDE dapat digunakan untuk mengoperasikan motor servo dynamixel AX dan MX menggunakan bahasa C. *Software* ini bersifat *open source* dan berbasis *software* Arduino IDE. Tampilan Robotis OpenCM IDE juga hampir mirip dengan Arduino IDE.

Fitur yang disediakan pada OpenCM IDE mirip dengan Arduino IDE, perbedaannya terletak pada penambahan *library* khusus untuk mengakses motor servo jenis dynamixel dengan beberapa contoh program didalamnya. Selain itu terdapat pula *library* khusus untuk mengoperasikan produk-produk *platform* keluaran perusahaan ROBOTIS seperti Darwin Mini, OLLO, dan lain-lain yang disertai dengan contoh program.

## 10. Mata Kuliah Robotika dan Praktik Robotika

Mata kuliah praktik robotika merupakan salah satu mata kuliah yang terdapat di Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY. Sedangkan mata kuliah robotika merupakan salah satu mata kuliah pilihan yang terdapat di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FT UNY. Mata kuliah praktik robotika mempraktikkan dasar-dasar robotik, pemodelan, simulasi, perakitan dan pemrograman robot (Tim, 2014: 66). Mahasiswa diharapkan mampu mengenal dan memahami prinsip perancangan sebuah robot mulai dari pemilihan komponen yang akan digunakan seperti sensor, kontroler, aktuator dan pemrograman robot tersebut. Kompetensi-kompetensi tersebut menjadi bekal bagi mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika yang akan menjadi pendidik di bidang mekatronika.

Berdasarkan pengalaman dan observasi yang dilakukan peneliti, media pembelajaran pada mata kuliah praktik robotika masih terbatas, hanya beberapa robot berbasis roda saja yang digunakan saat praktik, seperti *line follower*, BoE *Shield* dan LEGO Mindstorms NXT 2.0. Sementara teknologi-teknologi tersebut kurang relevan dengan keadaan kerja nyata di dunia industri. Oleh sebab itu media pembelajaran praktik robotika yang dikembangkan harus mengacu pada teknologi pemrograman robot yang lebih kompleks, seperti manipulator. Media pembelajaran praktik robotika yang bervariasi diharapkan mampu menambah pengetahuan dan ketrampilan mahasiswa dalam bidang robotika. Sehingga mahasiswa mendapatkan bekal yang cukup untuk bersaing di dunia usaha dan industri saat ini setelah

menempuh mata kuliah tersebut. Maka dari itu, pengembangan media pembelajaran praktik robotika diperlukan untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa.

## **B. Penelitian Yang Relevan**

1. Penelitian yang dilakukan oleh Doni Kurniawan pada tahun 2017 dengan judul Pengembangan *Trainer Kit* Sensor Kamera Menggunakan Raspberry Pi sebagai Media Pembelajaran Robotika. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengembangan, unjuk kerja, dan tingkat kelayakan *trainer kit* sensor kamera menggunakan Raspberry Pi sebagai media pembelajaran robotika. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan model ADDIE menurut Robert Maribe Branch. Pengumpulan data dilakukan oleh peneliti menggunakan instrumen angket dengan skala Likert 4 pilihan. Penelitian ini dilakukan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) aspek kelayakan media mendapatkan skor rerata 75 dengan persentase 85% yang masuk dalam kategori layak; (2) aspek kelayakan materi mendapatkan skor rerata 65 dengan persentase 81% yang termasuk dalam kategori layak; (3) uji pengguna mendapatkan skor rerata 55 dengan persentase 77% yang masuk dalam kategori layak.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Vando Gusti Al Hakim pada tahun 2018 dengan judul Pengembangan *Trainer Kit* Lengan Robot Berbasis OpenCM 9.04 Menggunakan Sensor Jarak Inframerah Sharp GPY0A41SK0F sebagai Media Pembelajaran Praktik Robotika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengembangan, unjuk kerja, dan tingkat kelayakan *trainer kit* lengan robot berbasis OpenCM 9.04 menggunakan sensor inframerah Sharp

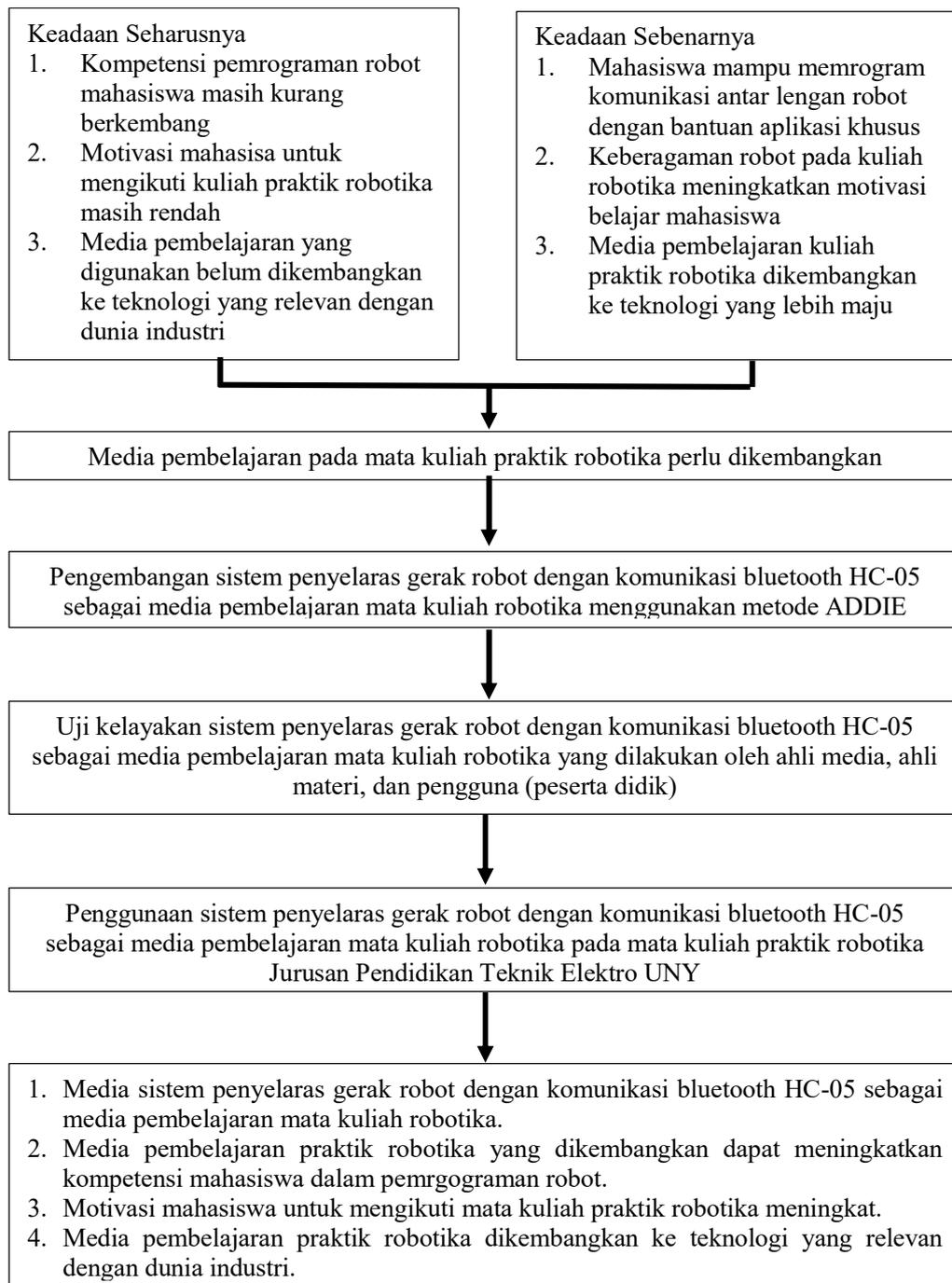
GPY0A41SK0F sebagai media pembelajaran praktik robotika. Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan menggunakan model ADDIE menurut Robert Maribe Branch. Penelitian ini dilakukan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY. Pengumpulan data dilakukan menggunakan instrumen kuesioner atau angket. Teknik analisis data yang dilakukan menggunakan teknik analisis deskriptif. Hasil penelitian diperoleh kelayakan media dengan skor rerata 82 dengan persentase 93,2% sehingga masuk dalam kategori sangat layak. Ditinjau dari segi materi diperoleh skor rerata 84,7% atau dapat dikategorikan layak. Sedangkan dari uji pengguna diperoleh skor rerata 74,7 dengan persentase 84,8% dengan demikian masuk dalam kategori layak.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Fajar Nugroho tahun 2016 yang berjudul Pengembangan Media Pembelajaran Robotika Berbentuk Pendeteksi Kemiringan Robot Menggunakan *Graphical User Interface*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja, dan tingkat kelayakan media pembelajaran kemiringan robot dengan subjek penelitian mahasiswa Pendidikan Teknik Mekatronika FT UNY. Analisis dilakukan dengan analisis deskriptif. Hasil penelitian dari kualitas isi dan tujuan mendapatkan nilai rata-rata 19,80 (sangat layak), kualitas pembelajaran memperoleh nilai rata-rata 23,30 (sangat layak), dan aspek kualitas teknis menghasilkan nilai rata-rata 12,55 dari 16 (sangat layak).

### C. Kerangka Berpikir

Matakuliah praktik robotika dan robotika merupakan mata kuliah yang meliputi perakitan mekanik, elektronik dan pemrograman robot. Saat ini telah terdapat beberapa media yang tersedia di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY guna mendukung proses pembelajaran pada mata kuliah tersebut, akan tetapi media yang ada masih terbatas pada robot berbasis *mobile* (roda) yang sudah banyak ditinggalkan karena kurang relevan dengan kondisi realita di dunia industri, sehingga kurang sesuai untuk dipelajari oleh peserta didik pada tingkat perguruan tinggi. Hal ini menyebabkan rendahnya motivasi mahasiswa untuk mengikuti mata kuliah robotika dan mata kuliah praktik robotika. Selain itu akibat dari kurangnya media pembelajaran yang relevan dengan realita di dunia industri menyebabkan kurangnya pemahaman peserta didik mengenai perkembangan robot manipulator dalam dunia industri dan keterampilan peserta didik dalam melakukan pemrograman robot *workstation* yang terdiri lebih dari 1 buah robot manipulator terutama dalam bidang komunikasi penyalarsan gerak.

Menyikapi hal tersebut, maka peneliti membuat sistem penyalars gerak robot dengan komunikasi bluetooth HC-05 yang diharapkan dapat memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa untuk memrogram komunikasi robot jenis manipulator untuk menyalarskan gerak antar robot manipulator seperti penerapannya di industri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja serta kelayakan sistem penyalars gerak robot dengan komunikasi bluetooth HC-05. Pengujian pada penelitian ini dilakukan oleh ahli media, ahli materi dan pengguna Kerangka berpikir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Kerangka Berpikir

#### **D. Pertanyaan Penelitian**

1. Bagaimanakah pengembangan sistem penyalaras gerak robot dengan komunikasi bluetooth HC-05 sebagai media pembelajaran mata kuliah robotika?
2. Bagaimanakah unjuk kerja sistem penyalaras gerak robot dengan komunikasi bluetooth HC-05 sebagai media pembelajaran mata kuliah robotika?
3. Bagaimanakah tingkat kelayakan sistem penyalaras gerak robot dengan komunikasi bluetooth HC-05 sebagai media pembelajaran mata kuliah robotika oleh ahli media?
4. Bagaimanakah tingkat kelayakan sistem penyalaras gerak robot dengan komunikasi bluetooth HC-05 sebagai media pembelajaran mata kuliah robotika oleh ahli materi?
5. Bagaimanakah tingkat kelayakan sistem penyalaras gerak robot dengan komunikasi bluetooth HC-05 sebagai media pembelajaran mata kuliah robotika oleh pengguna?