

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Pembelajaran**

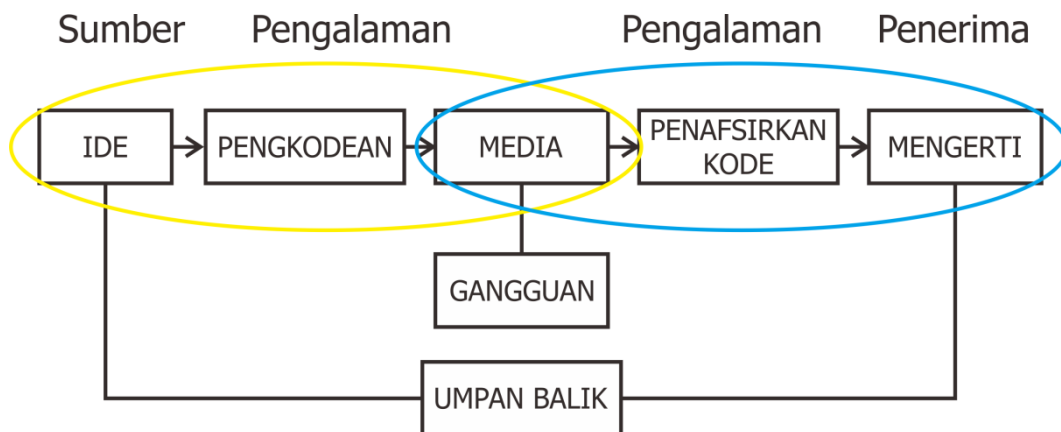
Undang - Undang Sistem Pendidikan Nasional No. 20 Tahun 2003 pasal 1 butir 20 menyatakan pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran sebagai proses dari peserta didik dalam mengembangkan kreativitas dan mempelajari pengetahuan baru pada materi pelajaran yang diberikan oleh pendidik. Peserta didik diberikan kesempatan untuk mengembangkan potensi diri masing – masing melalui proses pembelajaran.

Margaret E. Gradler (2008:2) menjelaskan *“learning is a multifaceted process that individuals typically take for granted until they experience difficulty with a complex task”*. Hal ini mengandung maksud bahwa belajar adalah beraneka ragam proses yang setiap individu biasa lakukan saat mengalami kesulitan terhadap sebuah tugas yang kompleks. Belajar dapat bersifat formal melalui jenjang pendidikan tertentu atau pun non-formal yang terjadi secara spontan pada saat dimana seorang individu membutuhkan.

##### **2. Media Pembelajaran**

###### **a. Konsep Media Pembelajaran**

Daryanto (2013:5) menyatakan bahwa media adalah bentuk jamak dari medium, batasan mengenai pengertian media sangat luas, pembatasan pada media pendidikan berarti media yang digunakan sebagai alat dan bahan pembelajaran.



Gambar 1. Posisi Media dalam Pembelajaran  
(Sumber : Daryanto : 2013, 7)

Media dalam proses pembelajaran membantu tenaga pengajar yang akan memberikan informasi berupa ilmu ataupun pengalamannya kepada peserta didiknya. Menurut Daryanto (2013:5), proses pengkodean ialah saat pesan berupa materi ajar yang ingin disampaikan guru dituangkan ke dalam simbol-simbol komunikasi baik secara verbal (kata-kata dan tulisan) maupun non verbal. Sedangkan penerjemah kode ialah ketika simbol-simbol komunikasi tersebut ditafsirkan oleh siswa. Penafsiran simbol-simbol komunikasi oleh masing-masing siswa akan berbeda dalam memahami apa yang didengar, dibaca, dilihat, atau diamati. Sehingga adakalanya apa yang ingin disampaikan guru berhasil diterima oleh siswa maupun tidak berhasil diterima oleh siswa. Hal ini dikarenakan adanya gangguan dalam proses komunikasi antara guru dengan siswa, misal konsentrasi siswa menurun saat proses pembelajaran, suara guru terlalu kecil sehingga tidak terdengar hingga seluruh kelas, atau terlalu banyak materi yang disampaikan secara verbalisme sehingga pemahaman yang diterima siswa semakin abstrak. Pada Gambar 1 terdapat media yang menjembatani antara proses pengkodean dengan

proses penerjemah kode. Media tersebut digunakan guru untuk menyampaikan materi guna meminimalisir penyampaian yang bersifat verbalistik. Selain itu, pemahaman siswa terhadap suatu materi juga dapat diseragamkan atau apa yang dilihat oleh satu siswa sama dengan apa yang dilihat oleh siswa lainnya, sehingga terdapat umpan balik dalam proses belajar mengajar antara guru dengan siswa.

Proses pembelajaran akan berjalan dengan baik dan mendukung terjadinya interaksi antara tenaga pengajar dengan peserta didik karena media pembelajaran mampu meningkatkan perhatian dan minat dari peserta didik tersebut. Hal ini sesuai dengan kesimpulan dari Azhar Arsyad (2013:10) bahwa media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyampaikan pesan atau informasi dalam proses belajar mengajar sehingga dapat merangsang perhatian dan minat siswa dalam belajar.

#### **b. Tujuan dan Manfaat Media Pembelajaran**

Hujair AH Sanaky (2013:5) menyatakan ada empat tujuan media pembelajaran sebagai alat bantu pembelajaran yaitu: (1) mempermudah proses pembelajaran di kelas, (2) meningkatkan efisiensi proses pembelajaran, (3) menjaga relevansi antara materi pelajaran dengan tujuan belajar, dan (4) membantu konsentrasi pembelajaran dalam proses pembelajaran.

Manfaat media pembelajaran menurut Hujair AH Sanaky (2013:5) adalah: (1) pengajaran lebih menarik perhatian pembelajar sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar, (2) bahan pengajaran akan lebih jelas maknanya, sehingga dapat difahami pembelajar, serta memungkinkan pembelajar menguasai tujuan pengajaran dengan baik, (3) metode pembelajaran bervariasi, tidak semata-

mata hanya komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata lisan pengajar, pembelajar tidak bosan, dan pengajar tidak kehabisan tenaga, dan (4) pembelajar lebih banyak melakukan kegiatan belajar, sebab tidak hanya mendengarkan penjelasan dari pengajar saja, tetapi juga aktivitas lain yang dilakukan seperti : mengamati, melakukan, mendemonstrasikan dan lain- lain.

Media pembelajaran berfungsi sebagai alat bantu dalam menyalurkan informasi dari pendidik kepada peserta didik. Roymond H. Simamora (2009:66) mengemukakan manfaat media pembelajaran antara lain adalah memperjelas pesan supaya tidak verbal, menambah semangat belajar, mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan tenaga, meningkatkan kemandirian peserta didik serta menimbulkan persepsi yang sama dengan kondisi yang sesungguhnya.

Azhar Arsyad (2013:29-30) menyimpulkan beberapa manfaat praktis dari penggunaan media pembelajaran di dalam proses belajar mengajar menjadi empat, yaitu: (1) memperjelas penyajian pesan dan informasi sehingga dapat memperlancar dan meningkatkan proses dan hasil belajar (2) meningkatkan dan mengarahkan perhatian anak sehingga dapat menimbulkan motivasi belajar, interaksi yang lebih langsung antara siswa dengan lingkungannya, dan memungkinkan peserta didik untuk belajar secara mandiri sesuai kemampuan dan minatnya, (3) mengatasi keterbatasan indra, ruang, dan waktu, dan (4) memberikan kesamaan pengalaman tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan peserta didik dan memungkinkan terjadinya interaksi langsung dengan pendidik.

### **c. Ciri - ciri Media Pembelajaran**

Menurut Gerlach dan Ely (1971) yang dikutip dalam Azhar Arsyad



(2013:15-17) ada tiga ciri media yang merupakan petunjuk mengapa media digunakan. Ketiga ciri tersebut adalah sebagai berikut:

1) Ciri Fiksatif (*Fixative Property*)

Ciri ini menggambarkan kemampuan media merekam, menyimpan, melestarikan, dan merekonstruksi suatu peristiwa atau objek. Ciri ini merupakan ciri yang penting bagi guru karena kejadian-kejadian atau objek yang telah direkam atau disimpan dengan format media yang ada dapat digunakan setiap hari.

2) Ciri Manipulatif (*Manipulative Property*)

Transformasi suatu kejadian atau objek dimungkinkan karena media memiliki ciri manipulatif. Kejadian yang memakan waktu sehari-hari dapat disajikan kepada siswa dalam dua atau tiga menit dengan teknik pengambilan gambar *time-lapse recording*. Manipulasi kejadian atau objek dengan jalan mengedit hasil rekaman.

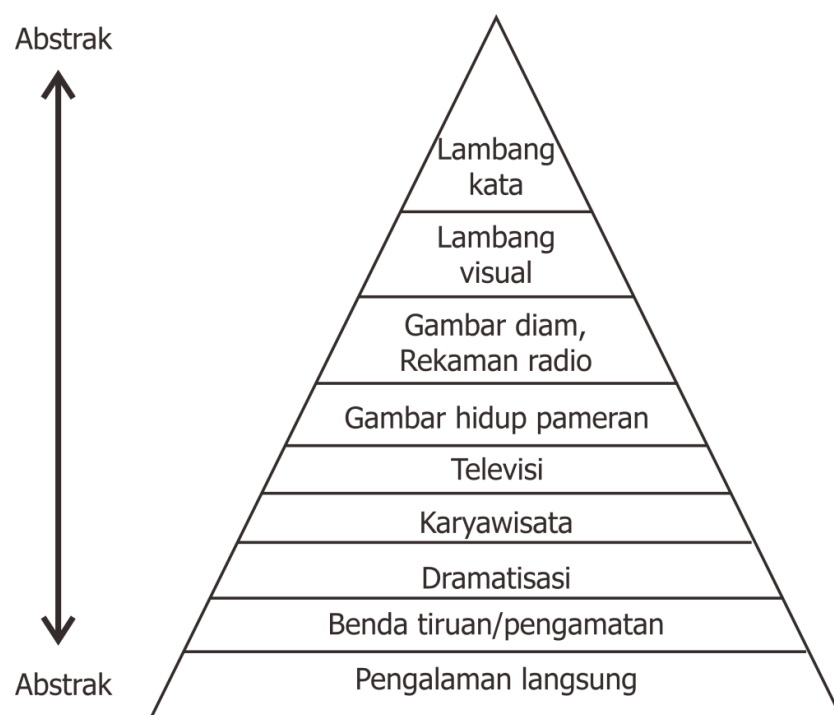
3) Ciri Distributif (*Distributive Property*)

Ciri distributif dari media memungkinkan suatu objek atau kejadian ditransportasikan melalui ruang, dan secara bersamaan kejadian tersebut disajikan kepada siswa dengan stimulus pengalaman yang sama dengan kejadian tersebut.

**d. Klasifikasi Media Pembelajaran**

Azhar Arsyad (2013:13) memaparkan salah satu gambaran yang paling banyak dijadikan acuan sebagai landasan teori penggunaan media dalam proses belajar adalah *Dale's Cone of Experience* (Kerucut Pengalaman Dale). Dale mengembangkan kerucut pengalaman Dale berdasarkan tingkat keabstrakan jumlah jenis indera yang turut serta selama penerimaan isi pengajaran atau pesan. Semakin

ke atas menuju puncak kerucut semakin abstrak media penyampaian pesan tersebut. Pengalaman langsung memberikan pengalaman paling utuh dan sangat bermakna mengenai informasi dan gagasan yang terkandung dalam pengalaman itu, oleh karena melibatkan indera penglihatan, pendengaran, perasaan, penciuman dan peraba. Edgar Dale menyatakan bahwa pada tingkat yang kongkrit orang memperoleh pengalaman (belajar) dari kenyataan yang diperoleh dalam kehidupan. Selanjutnya, untuk memperoleh pengetahuan / pengalaman akan meningkat menuju ketinggian yang lebih tinggi, yang akhirnya tiba pada puncak kerucut dimana pengalaman itu dapat diperoleh. Paling puncak pengalaman hanya diperoleh dalam bentuk simbol atau lambang-lambang kata.



Gambar 2. Kerucut Pengalaman Edgar Dale  
(Sumber : Azhar Arsyad. 2013:14)

#### e. Kriteria Pemilihan Media Pembelajaran

Menurut Hujair AH Sanaky (2013:6-7) pertimbangan media yang akan

digunakan dalam proses pembelajaran menjadi pertimbangan utama, karena media yang dipilih harus sesuai dengan: (1) tujuan pengajaran, (2) bahan pelajaran, (3) metode mengajar, (4) tersedia alat yang dibutuhkan, (5) pribadi mengajar, (6) minat dan kemampuan siswa, (7) situasi pengajaran yang sedang berlangsung

Keterkaitan media pembelajaran dengan tujuan, materi, metode, dan kondisi pembelajar, harus diperhatikan oleh pengajar untuk memilih dan menggunakan media dalam proses pembelajaran di kelas, sehingga media yang digunakan lebih efektif dan efisien dalam mencapai tujuan pembelajaran. Media pembelajaran tidak dapat berdiri sendiri, tetapi terkait dan memiliki hubungan timbal balik dengan empat aspek tersebut. Dengan demikian, alat – alat, sarana, atau media pembelajaran yang digunakan harus disesuaikan dengan empat aspek tersebut agar tercapai tujuan pembelajaran yang efektif dan efisien.

Azhar Arsyad (2013:74-76) menjelaskan bahwa kriteria pemilihan media bersumber dari konsep bahwa media merupakan bagian dari sistem instruksional secara keseluruhan. Untuk itu, ada beberapa kriteria yang patut diperhatikan dalam memilih media.

1) Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

Media dipilih berdasarkan tujuan instruksional yang telah ditetapkan secara umum yang mengacu kepada salah satu atau gabungan dari dua atau tiga ranah. Yaitu kognitif, afektif dan psikomotor.

2) Tepat untuk mendukung isi pelajaran yang sifatnya fakta, konsep, prinsip atau generalisasi. Media yang berbeda, misalnya film dan grafik memerlukan simbol dan kode yang berbeda, oleh karena itu memerlukan proses dan

keterampilan mental yang berbeda untuk memahaminya.

3) Praktis, luwes dan bertahan.

Jika tidak tersedia waktu, dana, atau sumber daya lainnya untuk memproduksi, tidak perlu dipaksakan. Media yang mahal dan memakan waktu lama untuk memproduksinya bukanlah jaminan sebagai media yang terbaik.

4) Guru terampil menggunakannya.

Ini merupakan salah satu kriteria utama. Apapun media tersebut, guru harus mampu menggunakannya dalam proses pembelajaran. Nilai dan manfaat media sangat ditentukan oleh guru yang menggunakannya.

5) Pengelompokan sasaran.

Media yang efektif untuk kelompok besar belum tentu sama efektifnya dengan yang digunakan untuk kelompok kecil atau perorangan.

6) Mutu teknis.

Pengembangan visual gambar maupun fotograf harus memenuhi persyaratan teknis tertentu. Misalnya, visual pada *slide* harus jelas dan informasi atau pesan yang ditonjolkan dan ingin disampaikan tidak terganggu oleh elemen lain yang berupa latar belakang.

Hubbard (1993) yang dikutip oleh Roymond H. Simamora (2009:66) mengusulkan sembilan kriteria dalam pemilihan media yaitu biaya, ketersediaan fasilitas pendukung, kecocokan dengan ukuran kelas, keringkasan, kemampuan untuk dirubah, waktu dan tenaga penyiapan, pengaruh yang ditimbulkan, kerumitan dan kegunaan.

#### **f. Kriteria Pengembangan Media Pembelajaran**

Pengembangan media pembelajaran sangat diperlukan agar peserta didik mendapatkan bahan ajar yang sesuai dengan perkembangan teknologi dan pengetahuan. Dalam proses pengembangan media pembelajaran perlu memperhatikan beberapa kriteria. Walker dan Hess dalam Cecep Kustandi (2011:143) memberikan kriteria dalam *me-review* media pembelajaran yang berdasarkan kualitas. Kualitas tersebut yaitu:

##### **1) Kualitas Isi dan Tujuan**

Kualitas isi dan tujuan meliputi beberapa indikator, yaitu: (1) Ketepatan, (2) Kepentingan, (3) Kelengkapan, (4) Keseimbangan, (5) Minat dan perhatian, (6) Keadilan, dan (7) Kesesuaian dengan situasi siswa.

##### **2) Kualitas Pembelajaran**

Kualitas pembelajaran meliputi beberapa indikator, yaitu: (1) Memberikan kesempatan belajar, (2) Memberikan bantuan untuk belajar, (3) Kualitas memotivasi, (4) Fleksibilitas pembelajarannya, (5) Hubungan dengan program pembelajaran lainnya, (6) Kualitas sosial interaksi pembelajarannya, (7) Kualitas tes dan penilaiannya, (8) Dapat memberi dampak bagi siswa, dan (9) Dapat membawa dampak bagi guru dan pembelajarannya.

##### **3) Kualitas Teknis**

Kualitas teknis meliputi beberapa indikator, yaitu: (1) Keterbacaan, (2) Mudah digunakan, (3) Kualitas tampilan atau tayangan, (4) Kualitas penanganan jawaban, (5) Kualitas pengelolaan programnya, dan (6) Kualitas pendokumentasiannya.

Panduan pengembangan bahan ajar berbasis TIK yang diterbitkan oleh Kementerian Pendidikan Nasional (2010: 16-17) menyatakan bahwa komponen instrumen penilaian bahan ajar ada empat bagian, yaitu:

a) Subtansi materi

Bagian subtansi materi mencakup pada kebenaran, kedalaman, kekinian, dan keterbacaan.

b) Desain Pembelajaran

Bagian desain pembelajaran yang dinilai adalah kualitas dari judul, indikator, materi, dan latihan.

c) Tampilan

Bagian tampilan penilaian mencakup pada navigasi, tipografi, media, warna, animasi, dan layout.

d) Pemanfaatan

Bagian pemanfaatan penilaian mencakup pada interaktif, *software* pendukung, dan keaslian.

### **3. Mata Kuliah Robotika**

Robotika merupakan salah satu mata kuliah wajib pada Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika. Melalui mata kuliah robotika peserta didik akan mendapatkan pengalaman dalam membuat robot yang meliputi desain, mekanik dan pemrograman. Berdasarkan silabus praktik robotika yang telah disusun, pembelajaran secara umum adalah mengenai *mobile robot* dan robot *bipedal*. Dalam kuliah robotika diperlukan media pembelajaran yang bersifat *up to date*, menyesuaikan perkembangan di dunia industri saat ini.

Media pembelajaran untuk mata kuliah robotika bersifat variatif dan cukup banyak pilihannya, maka perlu dipertimbangkan robot yang digunakan sesuai dengan kebutuhan industri atau tidak. Perkembangan saat ini menunjukkan bahwa industri banyak memanfaatkan *mobile robot* untuk proses *packing* atau pada bagian penyimpanan (*storage*). Robot yang digunakan ada yang otomatis dan juga sesuai kendali dari manusia. *Mobile robot* dengan menggunakan roda jenis *omni-directional* adalah bentuk dari pengembangan agar dapat dihasilkan pergerakan robot yang efisien.

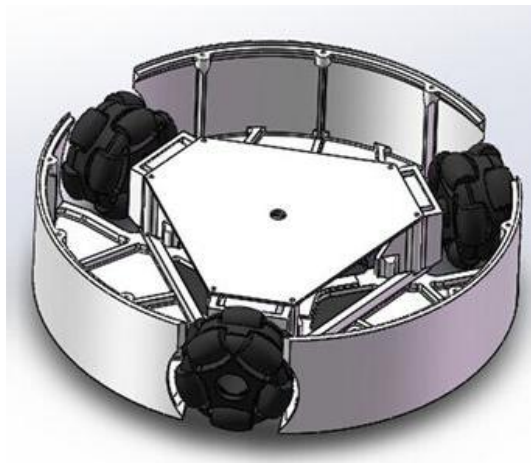
#### **4. *Three Omni-Directional Wheel***

*Omni-directional wheel* adalah salah satu jenis roda. Roda omni memiliki konstruksi yang berbeda dibandingkan dengan roda biasa karena dilengkapi dengan roda bebas yang terdapat pada bagian lingkaran luar roda seperti yang ditunjukkan Gambar 3. Roda bebas tersebut berfungsi agar roda omni memiliki 3 DOF (*Degree of Freedom*), yaitu memungkinkan robot dapat bergerak ke segala arah. Roda biasa yang hanya memiliki 2 DOF tidak dapat digunakan untuk menghasilkan pergerakan ke samping.



Gambar 3. *Omni-directional Wheel*  
(Sumber: [www.societyofrobots.com](http://www.societyofrobots.com))

Sebuah *mobile robot* dengan menggunakan roda omni secara pergerakan jauh lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan roda yang biasa karena robot mampu menghasilkan pergerakan ke segala arah tanpa harus mengubah arah roda (*steer*), namun menggunakan kombinasi kecepatan antara aktuator 1 dengan yang lainnya sesuai kinematikanya. Roda omni dapat digunakan pada sebuah *mobile robot*, minimal tiga buah roda dengan beda sudut  $120^\circ$  antar masing – masing roda. Tata letak roda dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tata letak *omni-directional wheel*  
(Sumber: [www.instructables.com](http://www.instructables.com))

## 5. Motor DC PG 45

Motor DC merupakan salah satu jenis aktuator yang sering digunakan dalam bidang robotika. Dalam pengembangan sebuah *mobile robot* motor DC menjadi komponen yang sangat penting karena dijadikan sebagai aktuator utamanya. Motor DC tersedia dengan spesifikasi dan perbandingan *gearbox* yang bervariasi. Motor ini belum dilengkapi dengan *driver* sehingga membutuhkan rangkaian *interface* antara sistem minimum mikrokontroler ke motor. Spesifikasi motor DC yang digunakan memiliki *speed* 700 rpm dan torsi 18 kg.cm.





Gambar 5. *Motor DC PG 45*  
(Sumber: [www.openimpulse.com](http://www.openimpulse.com))

## 6. *Rotary Encoder*

*Rotary Encoder*, atau disebut juga *shaft encoder*, merupakan perangkat elektro-mekanikal yang digunakan untuk mengkonversi posisi anguler (sudut) dari *shaft* (lubang) atau roda ke dalam kode digital, menjadikannya semacam *transducer*. Sensor yang digunakan pada *rotary encoder* dapat bersifat *optical*, *mechanical*, atau *magnetic*. Ketiganya memiliki fungsi yang sama dan data yang dikeluarkan juga sama. Perbedaan dari penggunaan sensor tersebut adalah jenis gangguan yang mungkin terjadi dalam sistem robotika.

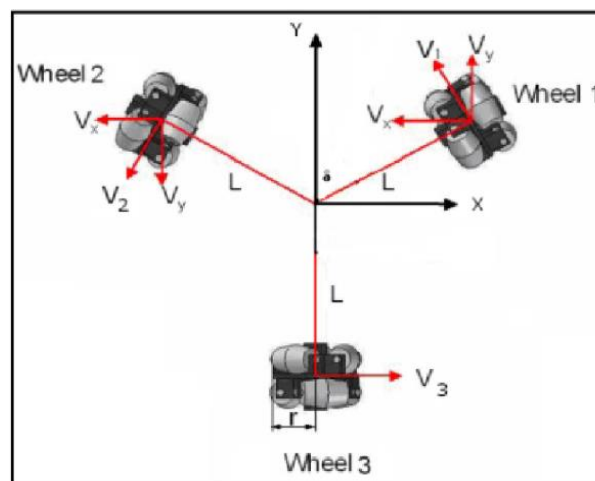
*Rotary encoder* dengan sensor *hall effect* ini tidak mudah terkena gangguan seperti cahaya dan guncangan. Hal ini sangat mendukung untuk membuat sebuah *mobile robot* yang berfungsi untuk melakukan pemetaan (*mapping*).



Gambar 6. *Rotary Encoder*  
(Sumber: [www.openimpulse.com](http://www.openimpulse.com))

## 7. Kinematika *Three Omni-directional Wheel Robot*

Dalam fisika, kinematika adalah cabang dari mekanika klasik yang membahas gerak benda dan sistem benda tanpa mempersoalkan gaya penyebab gerakan. Kata kinematika berasal dari bahasa Yunani Kuno κίνημα, kinema (gerak). Kinematika *three omni-directional wheels robot* adalah studi yang mempelajari karakteristik gerak *three omni-directional wheels robot*.



Gambar 7. Representasi Kinematika Pergerakan *Three Omni-directional Wheels Robot*  
(Sumber : [elektro.studentjournal.ub.ac.id](http://elektro.studentjournal.ub.ac.id))

*Three omni-directional wheels robot* mampu bergerak ke segala arah. Robot mampu bergerak sesuai dengan arah yang diperintahkan dengan kombinasi dari tiga roda yang saling memiliki beda sudut  $120^\circ$ . Kombinasi tersebut dapat dihasilkan dengan memperhitungkan jarak roda terhadap titik tengah robot (L), beda sudut tiap roda untuk mencari kecepatan sesuai dengan arah yang dituju, dan jari – jari roda *omni-directional* yang digunakan. Notasi  $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_1$ ,  $V_2$ , dan  $V_3$  telah dilengkapi dengan arah dari pergerakannya, kemudian dimanfaatkan untuk dilakukan analisis di setiap rodanya. Hal ini dikarenakan untuk melakukan pergerakan ke arah koordinat kartesian x atau y sudut yang dibentuk setiap roda tidak sama. Hasil analisis menghasilkan persamaan berikut :

$$V_x = V_3 - V_1 \cdot \cos(\delta) - V_2 \cdot \cos(\delta)$$

$$V_y = V_1 \cdot \sin(\delta) - V_2 \cdot \sin(\delta)$$

$$V_\theta = \frac{V_1}{L} + \frac{V_2}{L} + \frac{V_3}{L}$$

$$V_{i(1,2,3)} = \omega \cdot r$$

Keterangan :

$r$  : Jari – jari Roda Omni (cm)

$\omega$  : Kecepatan sudut roda (rad/s)

$\delta$  : beda sudut posisi antar roda

*Three omni-directional wheels robot* yang tersusun dari 3 roda omni dengan beda sudut sebesar  $120^\circ$  agar dihasilkan posisi roda yang simetris satu dengan yang lain. Dengan begitu nilai dari  $\delta$  dapat diketahui, yakni  $60^\circ$ . Persamaan diatas perlu dilakukan analisis lebih lanjut supaya dapat dihasilkan perbandingan kecepatan antara  $V_1$ ,  $V_2$ , dan  $V_3$ . Pertama – tama perlu diubah bentuk persamaan diatas dalam

bentuk matriks agar mempermudah sudut pandangnya.

$$\begin{bmatrix} \frac{-1}{2} & \frac{-1}{2} & 1 \\ \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ \frac{1}{L} & \frac{1}{L} & \frac{1}{L} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_\theta \end{bmatrix}$$

Kemudian proses pemindahan ruas dari persamaan diatas.

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-1}{2} & \frac{-1}{2} & 1 \\ \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ \frac{1}{L} & \frac{1}{L} & \frac{1}{L} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_\theta \end{bmatrix}$$

Setelah mengetahui persamaan dasar yang digunakan untuk menghasilkan perbandingan antar roda, jika dilakukan analisis secara keseluruhan posisi robot, dapat diketahui persamaan untuk mencari sudut yang ditempuh robot berdasarkan besarnya nilai  $V_x$  (kecepatan sejajar koordinat sumbu x) dan  $V_y$  (kecepatan sejajar koordinat sumbu y). Dengan analisis berdasarkan aturan segitiga persamaan yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

$$\psi = \tan^{-1} \frac{V_y}{V_x}$$

Dengan memanfaatkan persamaan diatas nilai dari  $V_x$  dan  $V_y$  dapat diwakilkan dengan nilai sudut  $\psi$  (*psi*). Hal ini akan mempermudah dalam menentukan arah pergerakan robot. Rumus perbandingan setiap kecepatan roda adalah sebagai berikut :

$$V_1 = \frac{-1}{3} \cdot \cos \psi + \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \psi + \frac{L}{3} \cdot V_\theta$$

$$V_2 = \frac{-1}{3} \cdot \cos \psi - \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \psi + \frac{L}{3} \cdot V_\theta$$

$$V_3 = \frac{2}{3} \cdot \cos \psi + \frac{L}{3} \cdot V_\theta$$

## 8. Odometry

*Odometry* terdiri dari kata Yunani yaitu *odos* yang berarti rute dan *metron* yang berarti ukuran. *Odometry* adalah penggunaan data dari sensor gerak yang digunakan untuk memperkirakan perubahan posisi dari waktu ke waktu. Sistem ini digunakan pada beberapa robot berkaki maupun beroda untuk memperkirakan posisi mereka yang relative terhadap posisi awal. Metode ini sangat peka terhadap kesalahan karena terintegrasi terhadap variabel kecepatan dari waktu ke waktu untuk memberikan perkiraan posisi. Hasil analisis menghasilkan persamaan berikut.

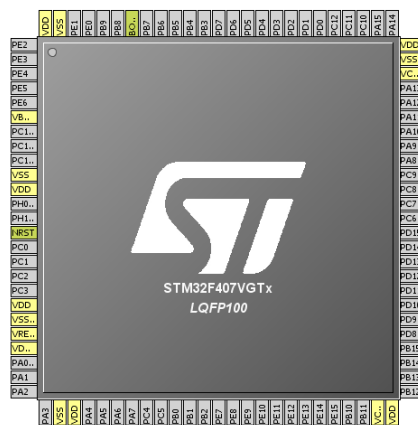
$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}_{New\ Robot} = \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}_{Previous\ Robot} + \begin{bmatrix} \cos \theta_{robot} & -\sin \theta_{robot} \\ \sin \theta_{robot} & \cos \theta_{robot} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}$$

Data *encoder* harus dikonversi, karena *encoder* memiliki pulsa pada setiap putarannya, dan harus dikalikan dengan vektor konversi pada X dan Y. Dan untuk menentukan posisi diperlukan data  $\theta$  atau *heading* robot yang diperoleh dari hasil kinematik *three omni*.

## 9. Mikrokontroler STM32

STM32 merupakan mikrokontroler yang diproduksi oleh STMicroelectronics dengan arsitektur *processor* 32-bit RISC (*Reduced instruction Set Computer*). Mikrokontroler STM32 dikembangkan oleh *Advanced RISC Machine* (ARM) yang dulunya dikenal dengan *Acorn RISC Machine*. Terdapat beberapa seri *processor* ARM Cortex dari yang memiliki fungsi sederhana hingga yang saat ini banyak digunakan pada *smartphones* mulai dari seri terkecil ARM

Cortex-M, ARM Cortex-R hingga ARM Cortex-A. Ada juga seri ARM Secure Core dan ARM Machine Learning (ARM, 2018). Arsitektur RISC terdiri dari *file register* besar yang sama, memuat dan menyimpan arsitektur, mode pengalamatan sederhana dan bidang instruksi panjang yang sama. Karena karakteristik tersebut ARM mempunyai kinerja tinggi, kode yang simpel, konsumsi daya rendah dan ukuran yang kecil. ARM dapat menjalankan set instruksi yang disebut *Thumb* yang terdiri dari instruksi 32-bit ke 16-bit. Oleh karena itu instruksi 16-bit dan 32-bit dapat digabungkan tanpa mempengaruhi kinerja *processor* (Vijay & Bansode, 2015).



Gambar 8. *Layout* Pin STM32F4

Keluarga STM32 merupakan sebuah mikrokontroler berbasis arsitektur ARM Cortex-M yang dapat digunakan untuk membuat berbagai macam *embedded systems* dengan konsumsi daya rendah hingga sistem *real-time* yang rumit seperti *auto pilot* helikopter (Brown & Geoffrey, 2016). Dari beberapa keterangan diatas dapat disimpulkan bahwa STM32 merupakan sebuah mikrokontroler dengan arsitektur *processor* 32-bit RISC yang dikembangkan oleh Advanced RISC Machine (ARM) dengan seri Cortex-M, yang dapat digunakan untuk membuat

berbagai macam *embedded systems* serta mempunyai kinerja tinggi, kode yang simpel, konsumsi daya rendah dan ukuran yang kecil.

## **B. Penelitian yang relevan**

Penelitian yang dilakukan Dikka Pragola (2015), Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Yogyakarta yang berjudul “Pengembangan Trainer Sistem Kendali Posisi Motor DC Sebagai Media Pembelajaran Robotika” dengan tujuan mengetahui unjuk kerja dan kelayakan media pembelajaran robotika berupa trainer sistem kendali motor DC, serta pencapaian kompetensi peserta didik pada pembelajaran robotika dengan menggunakan media pembelajaran tersebut. Penelitian tersebut menggunakan metode penelitian pengembangan dengan menggunakan model pengembangan *ADDIE* (*Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate*). Hasil penelitian tersebut dinilai berdasarkan beberapa aspek yaitu: (1) Aspek kemanfaatan media dinyatakan sangat layak sebesar 62.5%, (2) Aspek rekayasa perangkat lunak dan perangkat keras dinyatakan sangat layak sebesar 50%, (3) Aspek komunikasi visual media dinyatakan layak sebesar 50%, (4) Aspek teknis media pembelajaran dinyatakan layak sebesar 50%. Selain itu penelitian tersebut mampu meningkatkan persentase kelulusan peserta didik dari 12.5% menjadi 68.75%.

Penelitian yang dilakukan Adhy Kurnia (2016), Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Yogyakarta yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan Robot Bipedal Navigasi Arah Berbasis *Graphical User Interface*” dengan tujuan mengetahui unjuk kerja dan kelayakan media pembelajaran tersebut, serta pencapaian kompetensi peserta didik pada

pembelajaran robotika dengan menggunakan media pembelajaran tersebut. Penelitian tersebut menggunakan metode penelitian pengembangan dengan menggunakan model pengembangan *ADDIE* (*Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate*). Hasil penelitian tersebut dinilai berdasarkan beberapa aspek yaitu: (1) aspek kemanfaatan media dengan hasil rata-rata 26,625 dari maksimal 32 sehingga dinyatakan sangat layak, (2) aspek perangkat media dengan hasil rata-rata 29,875 dari maksimal 40 sehingga dinyatakan layak, (3) aspek kemudahan dengan hasil rata-rata 12,5 dari maksimal 16 sehingga dinyatakan layak, (4) aspek relevansi materi pembelajaran dengan tujuan pembelajaran dengan hasil rata-rata 37,875 dari maksimal 48 sehingga dinyatakan layak, (5) aspek teknis media pembelajaran dengan hasil rata-rata 18,125 dari maksimal 24 sehingga dinyatakan layak dan dapat meningkatkan nilai rata-rata dari tahun lalu dengan nilai rata-rata 70,94 menjadi sebesar 74,69.

Penelitian yang dilakukan Hermawan Rizki W. (2016), Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Yogyakarta yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Simulator Lift Berbasis PLC OMRON Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik Kelas XII SMK N 1 Magelang” dengan tujuan mengetahui unjuk kerja dan kelayakan media pembelajaran tersebut pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik dengan menggunakan media pembelajaran tersebut. Penelitian tersebut menggunakan metode penelitian pengembangan dengan menggunakan model pengembangan *ADDIE* (*Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate*). Hasil penelitian tersebut dinilai berdasarkan beberapa aspek yaitu: Uji kelayakan media pembelajaran simulator lift dinilai dari aspek tampilan



mendapatkan skor 82.03% dari persentase maksimum 100%, aspek desain pembelajaran mendapatkan skor 84.68% dari persentase maksimum 100%, aspek teknis mendapatkan skor 88.12% dari persentase maksimum 100% dan pada aspek pembelajaran mendapatkan skor 87.81% dari persentase maksimum 100%. Berdasarkan data yang diperoleh maka media pembelajaran simulator lift dikategorikan “Layak” dari aspek Tampilan, “Layak” dari aspek Desain pembelajaran, “Sangat Layak” dari aspek Teknis dan “Sangat Layak” dari aspek Pembelajaran. Secara keseluruhan media pembelajaran simulator lift dikategorikan “Layak” dengan skor 84.89% dari persentase maksimum 100%.

Penelitian yang dilakukan Suyitno Hadi Putro dan Suprpto (2009), dari Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan (JPTK) Universitas Negeri Yogyakarta yang berjudul “Aplikasi Robot Penentu Koordinat pada Perubahan Dasar Sungai sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Hidrolika” dengan tujuan membuat robot untuk mengetahui koordinat pada perubahan permukaan dasar sungai. Penelitian ini menggabungkan berbagai disiplin ilmu seperti mekanik, elektronik, informatika dan disiplin ilmu lainnya. Salah satu aplikasi robot pada bidang teknologi adalah sebagai penentu koordinat pada perubahan permukaan dasar sungai sebagai media pembelajaran mata kuliah hidrolika. Dengan mengetahui perubahan dasar sungai setiap saat, maka dapat digunakan untuk memprediksi berbagai macam perubahan pada sungai tersebut seperti terjadinya erosi, pendangkalan, perubahan aliran dan lain sebagainya. Penelitian yang disampaikan adalah eksperimen yang dimulai dengan merancang sebuah aplikasi robot penentu koordinat pada perubahan permukaan dasar sungai yang

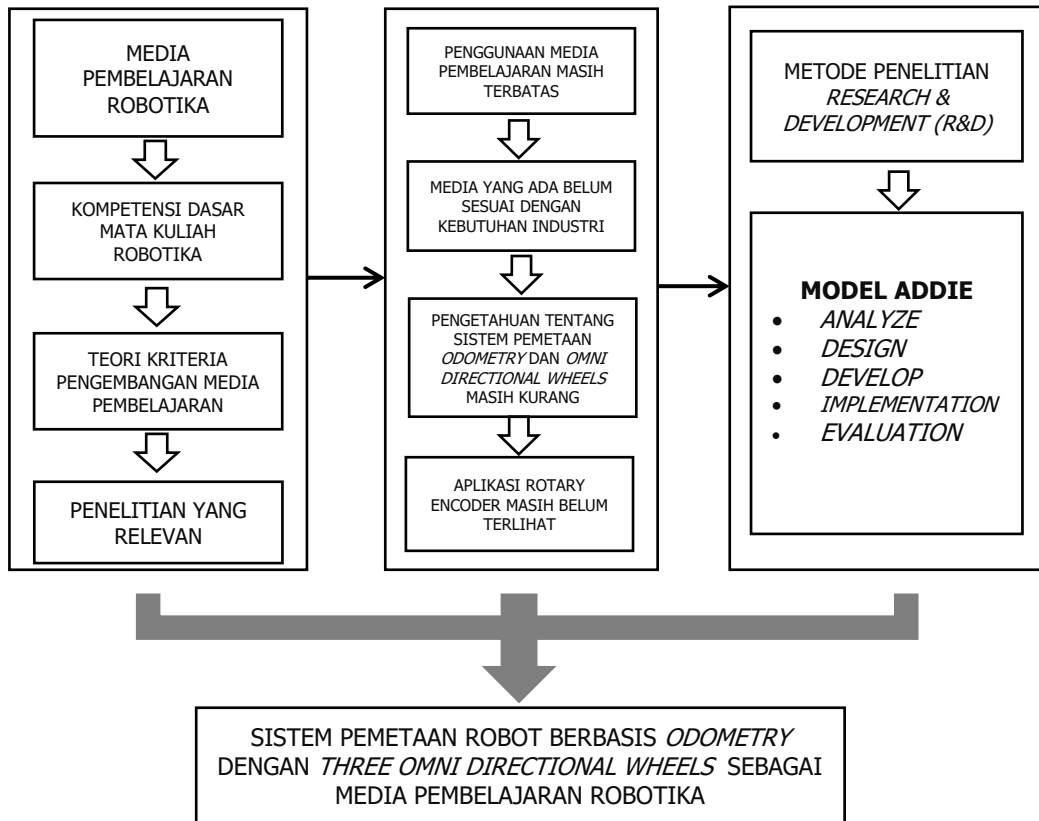
selanjutnya hasil rancangan tersebut digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah hidrolika. Hasil penelitian yang dilakukan adalah bahwa model media yang dirancang dapat bekerja dengan baik dan dapat menentukan koordinat X,Y dan Z yang diatur melalui keypad dan komputer PC yang dikomunikasikan melalui Bluetooth. Waktu yang digunakan untuk mengukur satu kali lebar permukaan sungai 78 cm adalah 85,25 detik dengan prosedur operasi yang sangat mudah.

### **C. Kerangka Berpikir**

Kompetensi di bidang robotika adalah salah satu kompetensi yang wajib dimiliki oleh peserta didik program studi Pendidikan Teknik Mekatronika. Pembelajaran robotika secara umum memberikan pemahaman kepada peserta didik mengenai hal-hal yang berkaitan dengan sistem kendali, sensor, aktuator, sistem mekanik dan beberapa ilmu yang berhubungan dengan robot. Perkembangan teknologi robotika yang sangat cepat perlu diimbangi dengan adanya pembaruan media pembelajaran pada mata kuliah robotika.

Pengetahuan akan sensor dan aktuator adalah salah satu pengetahuan yang mendasar dalam disiplin ilmu robotika. Oleh karena itu pengetahuan tersebut menjadi wajib untuk dipelajari sebagai landasan ilmu robotika. Jumlah dari jenis sensor dan aktuator semakin bertambah seiring kemajuan teknologi robotika. Selain aktuator yang semakin banyak, penelitian tentang roda sebagai komponen salah satu komponen penting yang terhubung pada aktuator juga mengalami perluasan. Hal ini terlihat dengan maraknya penggunaan roda yang bersifat *omni directional*. Penggunaan roda ini memungkinkan sebuah robot dapat bergerak

ke segala arah sehingga pergerakannya menjadi lebih efisien dibandingkan dengan roda biasa.



Gambar 9. Kerangka Berpikir

Media sistem pemetaan robot berbasis *odometry* dengan *three omni directional wheels* diharapkan dapat membantu pendidik dan peserta didik dalam proses pembelajaran. Pengembangan media ini melalui beberapa tahap yang meliputi tahap *Analyze*, *Design*, *Develop*, *Implement*, dan *Evaluate*. Media yang tercipta diuji terlebih dahulu oleh ahli media dan materi untuk mengetahui kelayakan modul tersebut. Setelah dinyatakan layak maka media kembali diujikan kepada peserta didik guna mengetahui kelayakan media menurut peserta didik. Peserta didik mengisi angket yang terdiri dari dua bagian yaitu angket media dan angket materi. Rangkaian uji coba tersebut pada akhirnya akan menghasilkan

sebuah media yang diharapkan akan dapat bermanfaat bagi pendidik dan peserta didik.

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

Berdasarkan uraian kajian teori dan kerangka pikir diatas, dapat disimpulkan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan metode *odometry* untuk sistem pemetaan robot dengan *three omni directional wheels*?
2. Bagaimana unjuk kerja ketepatan pemetaan pada metode *odometry* untuk sistem pemetaan dengan *three omni directional wheels*?
3. Bagaimana unjuk kerja navigasi pada metode *odometry* untuk sistem pemetaan dengan *three omni directional wheels*?
4. Bagaimana tingkat kelayakan media dari metode *odometry* untuk sistem pemetaan robot dengan *three omni directional wheels* berdasarkan ahli media?
5. Bagaimana tingkat kelayakan media dari metode *odometry* untuk sistem pemetaan robot dengan *three omni directional wheels* berdasarkan ahli materi?
6. Bagaimana tingkat kelayakan media dari metode *odometry* untuk sistem pemetaan robot dengan *three omni directional wheels* berdasarkan pengguna?