

## BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

### 2.1 Kajian Pustaka

#### 2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme

Filsafat konstruktivisme memandang bahwa pengetahuan adalah bentukan (konstruksi) kita sendiri yang menekuninya (Matthews, 1994; Piaget, 1971). Bila yang menekuninya adalah peserta didik, maka pengetahuan itu dibentuk oleh peserta didik itu sendiri (Suparno, 2013). Konstruktivisme menekankan bahwa pengetahuan kita merupakan hasil konstruksi kita sendiri (Masgumelar & Mustafa, 2021).

Woolfolk (2004) menyatakan bahwa pendekatan konstruktivisme adalah pembelajaran yang menekankan pada peran aktif siswa dalam membangun pemahaman dan memberi makna terhadap informasi atau peristiwa yang dialami. Pembelajaran konstruktivisme memberikan keleluasaan kepada peserta didik untuk membangun pengetahuan mereka sendiri (Mustafa & Roesdiyanto, 2021). Peserta didik diberi kesempatan agar menggunakan strateginya sendiri dalam belajar secara sadar, sedangkan guru yang membimbing siswa ke tingkat pengetahuan yang lebih tinggi. Peran guru bukan untuk mentransfer pengetahuan tetapi lebih sebagai mediator dan fasilitator yang membantu peserta didik mengkonstruksi pengetahuan mereka secara mandiri (Suparno, 2013).

Belajar akan berlangsung lebih efektif jika siswa berhubungan langsung dengan objek yang sedang dipelajari, yang ada di lingkungan sekitar (Masgumelar & Mustafa, 2021). Fisika merupakan pengetahuan fisis, maka untuk mempelajari dan membentuk pengetahuan fisika diperlukan kontak langsung dengan hal yang ingin diketahui (Suparno, 2013). Semakin banyak pengalaman belajar yang dilalui peserta didik, maka akan memiliki peluang lebih banyak untuk mengkonstruksi pengetahuannya. Pengalaman yang dimaksud diantaranya pengalaman mengamati objek tertentu, pengalaman observasi, pengalaman eksperimen, pengalaman menemukan, pengalaman bermain dan pengalaman lainnya (Yani & Ruhimat, 2018). Proses pembelajaran melalui pengalaman langsung dapat didukung melalui penggunaan media pembelajaran yang dapat memperagakan konsep materi yang

dipelajari. Penggunaan alat peraga dapat memfasilitasi peserta didik untuk mempelajari dan membentuk pengetahuan secara mandiri (Dachi, 2017).

Teori belajar konstruktivisme menjadi landasan model-model pembelajaran yang saat ini banyak digunakan. Model pembelajaran yang dilandasi teori belajar konstruktivisme diantaranya *discovery learning, inquiry learning, contextual teaching learning, problem based learning, project based learning* (Yani & Ruhimat, 2018). Model pembelajaran tersebut digunakan dalam proses pembelajaran sains, termasuk fisika.

### 2.1.2 Alat Peraga

Alat peraga adalah suatu benda asli dan benda tiruan yang digunakan dalam proses belajar mengajar untuk menumbuhkan konsep berpikir abstrak bagi peserta didik (Ashar & Suklin, 2021). Dalam dunia pendidikan, alat peraga sering digunakan sebagai media pembelajaran untuk membantu peserta didik dalam memahami suatu materi atau konsep yang diajarkan (Pauji dkk., 2021). Penggunaan alat peraga dalam proses pembelajaran fisika mempunyai beberapa tujuan, yaitu (a) menjadikan situasi belajar menjadi lebih efektif, (b) Mempercepat proses pemahaman peserta didik terhadap materi, (c) Memberikan rangsangan kepada peserta didik untuk belajar (Dachi, 2017). Alat peraga menjadi media yang menarik perhatian dan dapat memfokuskan peserta didik sehingga perhatiannya akan tertuju kepada apa yang disampaikan oleh guru. Guru dapat menyampaikan materi dengan memperagakannya secara langsung sehingga konsep akan tersampaikan lebih jelas kepada peserta didik. Penyampaian materi yang konkret dan jelas akan menjadikan proses pembelajaran lebih efektif dan membuat peserta didik senang belajar.

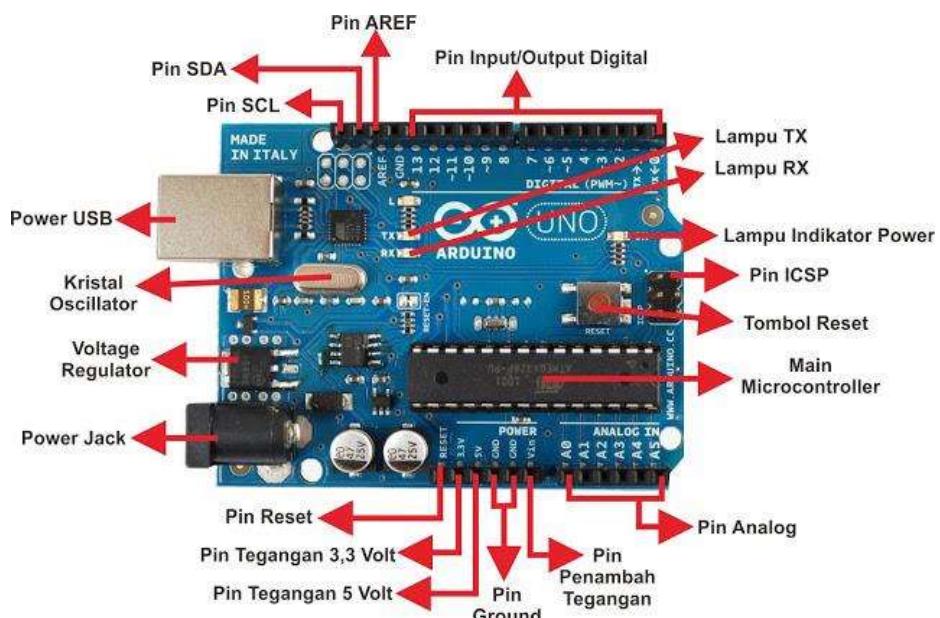
Penggunaan alat peraga dalam pembelajaran fisika mempunyai beberapa keuntungan, yaitu (a) proses pembelajaran menjadi lebih menyenangkan, (b) peserta didik lebih mudah dalam memahami materi pembelajaran, (c) memberikan daya tarik bagi peserta didik untuk belajar (Murdiyanto & Yudi, 2011). Manfaat penggunaan alat peraga dalam pembelajaran fisika yaitu (a) membantu visualisasi konsep fisika, (b) memudahkan peserta didik untuk memahami dan mengingat konsep, (c) menumbuhkan motivasi belajar karena pembelajaran menjadi lebih

menarik, (d) mempermudah eksperimen, (e) mengurangi miskonsepsi materi fisika (Agustian dkk., 2023).

Alat peraga fisika harus dibuat sesuai dengan kriteria yang ditetapkan agar dapat menjadikan proses pembelajaran lebih efektif. Menurut Suprayitno (2011), karakteristik yang perlu dipenuhi dalam mengembangkan alat peraga yaitu (a) bahan mudah diperoleh, (b) mudah dalam merancang dan membuatnya, (c) mudah digunakan, (d) dapat menunjukkan konsep fisika dengan baik, (e) tidak membahayakan pengguna, (f) mempunyai daya tahan yang baik, (g) kreatif dan inovatif, (h) menarik dan meningkatkan motivasi belajar peserta didik, serta (i) bernilai pendidikan.

### 2.1.3 Arduino Uno

Arduino merupakan papan mikrokontroler yang berbasis *chip* ATmega328P. Mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali dalam sebuah rangkaian elektronik. Arduino terdiri dari *hardware* dan *software* yang bersifat *open source* (Leksono dkk., 2019). Arduino mempunyai 6 pin *input* analog dan 14 pin digital yang bisa dijadikan pin *input/output*.

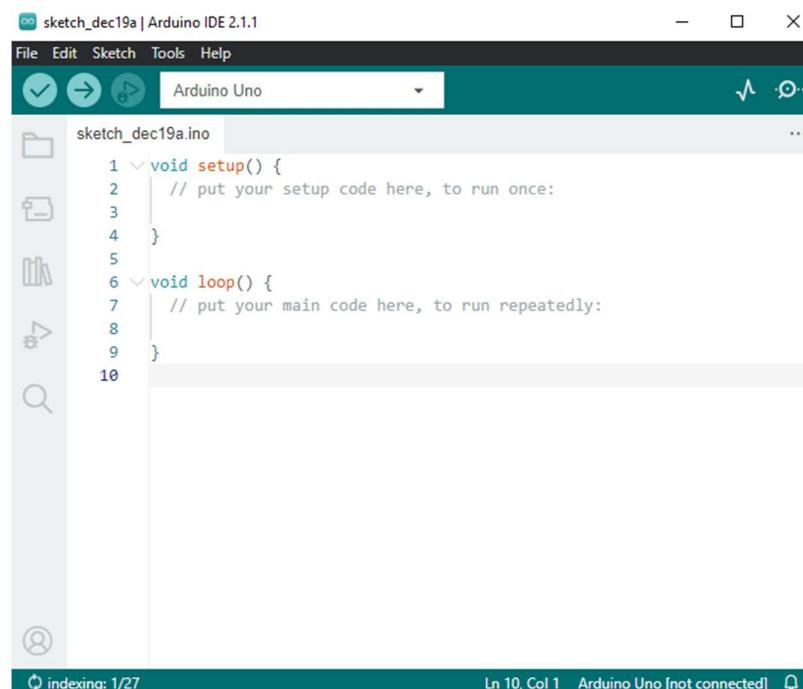


**Gambar 2.1 Mikrokontroler Arduino Uno**  
(Sumber : <https://www.aldyrazor.com/2020/04/gambar-arduino-uno.html>)

**Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno**

Spesifikasi	Detail
Mikrokontroler	ATmega328P
Tegangan Kerja	5 Volt
Tegangan Input	7 Volt – 12 Volt
Pin Digital <i>Input/Output</i> (I/O)	14 Pin
Pin Analog Input	6 Pin
Arus DC tiap Pin I/O	40 mA
<i>Flash Memory</i>	32 Kb
SRAM	2 Kb
EP Rom	1 Kb
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

Arduino dapat dioperasikan secara otomatis dengan memasukan pemrograman ke dalam komponen *chip*-nya. Bahasa yang digunakan untuk pemrograman arduino adalah Bahasa C. Pemrograman arduino dibuat dan di-*input* dengan menggunakan *software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Software Aduino IDE berfungsi untuk membuat, mengedit, dan memverifikasi *sketch* pemrograman serta meng-*upload*-nya ke Arduino (Leksono dkk., 2019).

**Gambar 2.2 Tampilan Arduino IDE**

*Software* Arduino IDE mempunyai beberapa fitur utama yang sering digunakan yaitu sebagai berikut.

- a. **Verify** (ikon ceklis) berfungsi untuk mengecek *sketch* pemrograman apakah sudah sesuai atau masih ada yang keliru.
- b. **Upload** (ikon arah panah ke kanan) berfungsi untuk memasukan pemrograman dari *software* ke *chip* yang ada pada arduino.
- c. **Select Board** berfungsi untuk memilih *board* dan *port* yang akan diprogram.
- d. **Serial Monitor** (ikon kaca pembesar) berfungsi untuk menampilkan data dari arduino pada monitor komputer.
- e. **Serial Plotter** (ikon grafik) berfungsi untuk menampilkan grafik dari data yang ditampilkan pada serial monitor.

Pemrograman arduino terdiri dari dua intruksi, yaitu *void setup ()* dan *void loop ()*. *Void setup ()* digunakan untuk menginisiasi variabel yang akan digunakan sedangkan *void loop ()* digunakan untuk menjalankan program secara terus menerus. Beberapa fungsi dasar pemrograman arduino yang sering digunakan yaitu sebagai berikut (Leksono dkk., 2019).

- a. *pinMode(pin, SET)*

Fungsi ini digunakan untuk menginisiasi sebuah pin dan menentukan pin tersebut untuk dijadikan *input* atau *output*. Contoh: *pinMode(12, INPUT)* artinya pin 12 sebagai *input*.

- b. *digitalWrite(pin, VAL)*

Fungsi ini digunakan untuk menuliskan nilai secara digital pada suatu pin. Contoh: *digitalWrite(1, HIGH)* artinya pin 10 di *set* pada kondisi menyala.

- c. *digitalRead(pin)*

Fungsi ini digunakan untuk membaca nilai *input* yang diberikan ke Arduino. Contoh: *digitalRead(9)* artinya Arduino akan membaca *input* yang diberikan melalui pin 9, hasilnya *HIGH* atau *LOW*.

d. *delay(time)*

Fungsi ini digunakan untuk memberikan jeda antar fungsi. Contoh: *delay(1000)* artinya fungsi selanjutnya akan berjalan setelah jeda 1000 milisekon (1 detik).

e. *Serial.begin(baudrate)*

Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi serial antara Arduino dengan PC, dengan menggunakan serial monitor yang disediakan pada Arduino IDE.

f. *Serial.print()*

Fungsi ini digunakan untuk menuliskan suatu kalimat ke serial monitor. Contoh: *Serial.print("Fisika")* digunakan untuk menulis kata Fisika pada serial monitor.

#### 2.1.4 Momen Gaya

Benda akan cenderung berputar terhadap suatu titik ketika suatu gaya diberikan pada benda yang mempunyai titik sumbu tertentu. Kecenderungan suatu gaya untuk memutar suatu benda pada suatu sumbu diukur dengan besaran yang disebut momen gaya (torsi). Momen gaya adalah ukuran keefektifan gaya yang diberikan atau yang bekerja pada suatu benda untuk memutar benda tersebut terhadap suatu poros tertentu (Halliday dkk., 2005). Momen gaya dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu (a) gaya, (b) lengan momen (jarak gaya ke poros putar), (c) sudut antara gaya dengan lengan momen.



**Gambar 2.3 Momen Gaya**

Besarnya momen gaya sebanding dengan perkalian antara gaya yang bekerja ( $F$ ) dengan jarak gaya ke titik poros ( $l$ ) pada arah tegak lurus (Gambar 2.3). Momen gaya dilambangkan dengan  $\tau$  (dibaca tau) dan termasuk besaran vektor

karena mempunyai nilai dan arah. Secara matematis, momen gaya dapat dituliskan dengan persamaan berikut.

$$\tau = l \times F \quad (1)$$

dengan  $\tau$  adalah momen gaya (Nm),  $F$  adalah gaya yang bekerja (N),  $l$  adalah panjang lengan momen.

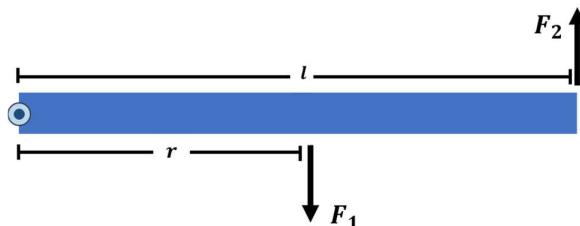


**Gambar 2.4 Momen Gaya Membentuk Sudut**

Jika gaya yang bekerja tidak tegak lurus seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4, persamaannya yaitu:

$$\begin{aligned} \tau &= l(F \sin \theta) \\ \tau &= F l \sin \theta \end{aligned} \quad (2)$$

dengan  $\theta$  adalah sudut yang dibentuk antara gaya dengan lengan momen.



**Gambar 2.5 Resultan Momen Gaya**

Apabila terdapat dua momen yang bekerja pada benda yang sama dengan titik sumbu yang sama, maka besar momen gaya totalnya adalah penjumlahan dari momen gaya yang bekerja. Pada Gambar 2.5,  $\tau_1$  cenderung memutar batang searah jarum jam sehingga bernilai negatif dan  $\tau_2$  cenderung memutar batang berlawanan arah jarum jam sehingga bernilai positif. Maka, besar momen gaya totalnya yaitu:

$$\sum \tau = -\tau_1 + \tau_2 \quad (3)$$

Momen gaya total pada Gambar 2.5 akan bernilai nol jika kedua torsi tersebut sama besar tetapi berlawanan arah sehingga batang tidak akan berputar. Jika tidak ada

gaya yang bekerja ( $\sum F = 0$ ) dan momen gaya total bernilai nol ( $\sum \tau = 0$ ) maka sistem tersebut berada dalam kesetimbangan (Haryadi, 2009). Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\sum \tau &= 0 \\ -\tau_1 + \tau_2 &= 0 \\ \tau_2 &= \tau_1\end{aligned}\tag{4}$$

## 2.2 Hasil yang Relevan

Pengembangan alat peraga berbasis arduino telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, di antaranya yaitu sebagai berikut.

1. Purnama dkk. (2022) melakukan pengembangan alat peraga untuk materi kesetimbangan benda tegar (momen inersia dan momentum sudut). Pengembangan alat dilakukan dengan menggunakan model ADDIE. Alat peraga tersebut dirancang dengan berbasis arduino yang diintegrasikan dengan beberapa sensor. Alat peraga tersebut dapat memperagakan konsep fisika. Berdasarkan hasil uji coba, alat tersebut dapat meningkatkan keterampilan proses sains.
2. Detasari dkk. (2022) mengembangkan alat peraga fisika untuk materi suhu dan kalor. Alat tersebut dirancang berbasis arduino yang diintegrasikan dengan sensor DS18B2, sensor LM35DZ, dan bluetooth HC-05. Pengembangan alat dilakukan dengan menggunakan model 4D. Alat yang dibuat dapat digunakan untuk mengukur suhu secara otomatis. Berdasarkan hasil validasi materi, alat tersebut sudah memenuhi kategori sangat layak untuk digunakan dengan persentase 89,55%. Dari segi materi, alat tersebut juga sudah sangat layak dengan persentase 87,5%. Selain itu, respons peserta didik juga menunjukkan hal yang positif dengan persentase 90,8% yang menunjukkan bahwa peserta didik sangat setuju dengan penggunaan alat peraga tersebut dalam proses pembelajaran suhu dan kalor.
3. Taneo dkk. (2021) mengembangkan alat peraga fisika untuk materi gerak harmonik pada sistem pegas. Rancang bangun alat peraga dalam penelitian ini

terdiri dari tiga bagian utama, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*) dan pengujian kinerja alat peraga yang dikembangkan. Alat peraga ini dirancang berbasis arduino yang diintegrasikan dengan sensor ultrasonik dan *liquid crystal display* (LCD). Sistem ini juga dirancang dengan berbantuan PLX-DAX yang digunakan untuk komunikasi antara arduino dan Microsoft Excel yang kemudian dapat diolah untuk dianalisis dalam bentuk grafik. Berdasarkan hasil pengujian, alat ini dapat menujukan hasil yang sesuai dengan konsep gerak harmonik sederhana pada sistem pegas.

4. Putri dan Saehana (2021) mengembangkan alat praktikum fisika sebagai alat bantu dalam praktikum materi gelombang. Alat tersebut dirancang dengan berbasis arduino yang dikombinasikan dengan sensor ultrasonik. Pengujian alat tersebut meliputi efisiensi alat, estetika, ketahanan alat, keamanan bagi peserta didik, kualitas dan kesesuaian dengan konsep fisika. Hasil penilaian terhadap alat tersebut menunjukkan bahwa alat bantu praktikum tersebut memenuhi kriteria baik dan layak untuk digunakan dalam praktikum materi gelombang.
5. Saputra (2022) melakukan pengembangan alat peraga sebagai media pembelajaran untuk menentukan momen gaya. Alat peraga tersebut dirancang berbasis teknologi dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino dan beberapa sensor. Sensor yang digunakan dalam alat peraga tersebut adalah sensor ultrasonik dan sensor *loadcell*. Namun, alat peraga tersebut masih memiliki keterbatasan pada sensor yang digunakan. Alat tersebut hanya dapat mengukur panjang lengan momen gaya minimal 7 cm. Selain itu, alat peraga belum dapat menentukan hubungan sudut gaya dengan besarnya momen gaya.

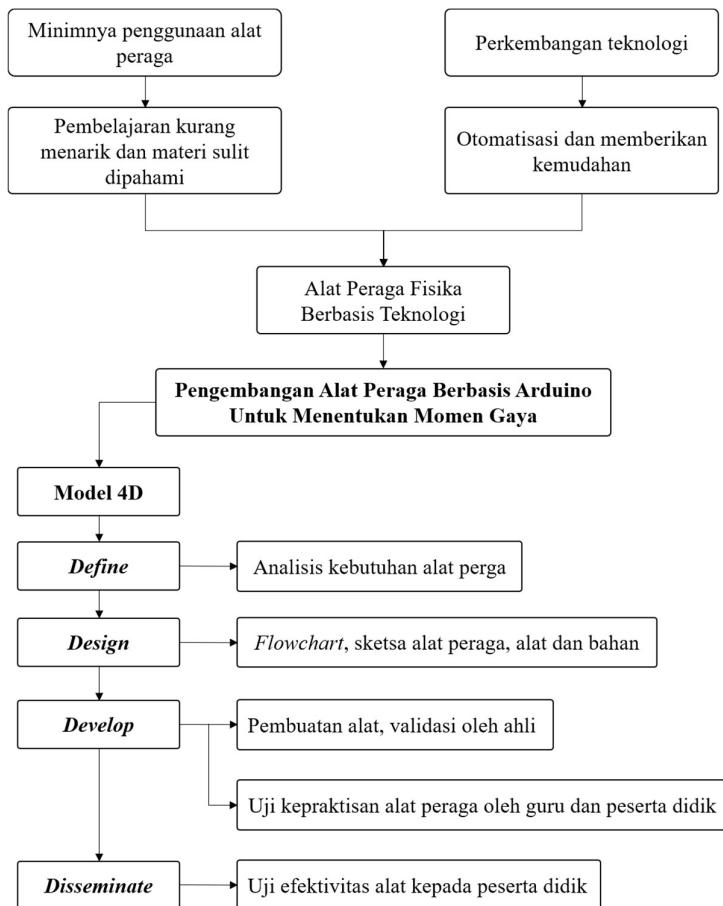
Berdasarkan penelitian di atas, alat peraga sangat memungkinkan diintegrasikan dengan teknologi yang sedang berkembang, salah satunya arduino. Penggunaan arduino pada alat peraga menjadikan alat peraga lebih menarik dan mudah digunakan. Penggunaan sensor memungkinkan alat untuk memperoleh data secara otomatis yang dapat digunakan untuk mengambil simpulan. Hal ini

sejalan dengan proses pembelajaran fisika yang seringkali melakukan melakukan percobaan, termasuk pada materi momen gaya. Hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa alat peraga fisika berbasis arduino layak digunakan dalam proses pembelajaran. Selain itu, penggunaan alat mendapatkan respons yang baik dari guru dan peserta didik. Oleh karena itu, pengembangan alat peraga fisika berbasis arduino untuk menentukan momen gaya sangat mungkin untuk dilakukan.

### 2.3 Kerangka Konseptual

Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan peneliti di MAN 1 Kota Tasikmalaya, kegiatan pembelajaran fisika belum sepenuhnya didukung dengan alat peraga yang memadai. Proses pembelajaran masih jarang menggunakan alat peraga dan hanya menjelaskan secara verbal dibantu dengan visualisasi di papan tulis. Proses pembelajaran tersebut sudah baik, namun akan lebih efektif lagi jika ada alat bantu yang dapat memperagakan konsep tersebut. Materi yang belum ditunjang dengan alat peraga di MAN 1 Kota Tasikmalaya yaitu materi momen gaya. Belum tersedianya media untuk materi tersebut mendorong peneliti untuk mengembangkan alat peraga berbasis teknologi yang bisa membantu guru dalam menjelaskan konsep momen gaya.

Penelitian pengembangan alat peraga ini dilakukan karena belum banyak yang mengembangkan alat peraga pada materi momen gaya. Penyampaian materi di sekolah pun biasanya hanya disampaikan secara verbal. Sementara itu, materi momen gaya cukup sulit untuk dipahami dan memerlukan alat bantu agar konsep momen gaya bisa dipahami dengan baik oleh peserta didik. Di samping itu, teknologi yang semakin berkembang harus bisa dimanfaatkan dalam proses pembelajaran agar pembelajaran semakin mudah dan menarik. Melalui pengembangan alat peraga momen gaya berbasis arduino ini, diharapkan guru bisa menjadi media yang membantu guru dalam menyampaikan konsep momen gaya serta memudahkan peserta didik dalam memahami materi momen gaya.



**Gambar 2.6 Kerangka Konseptual**