

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Penelitian dan Pengembangan

Metode penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Untuk dapat menghasilkan produk tertentu digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan dan untuk menguji keefektifan produk tersebut supaya dapat berfungsi dimasyarakat luas, maka diperlukan penelitian untuk menguji keefektifan produk tersebut. Jadi penelitian dan pengembangan bersifat longitudinal (bertahap bisa *multy years*).¹

Metode penelitian dan pengembangan telah banyak digunakan pada bidang-bidang Ilmu Alam dan Teknik. Hampir semua produk teknologi, seperti alat-alat elektronik, kendaraan bermotor, pesawat terbang, kapal laut, senjata, obat-obatan, alat-alat kedokteran, bangunan gedung bertingkat dan alat-alat rumah tangga yang modern diproduksi dan dikembangkan melalui penelitian dan pengembangan. Namun demikian metode penelitian dan pengembangan bisa juga digunakan dalam bidang

¹ Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan, (Bandung: Alfabeta, 2013), hlm 407.

ilmu-ilmu social seperti psikologi, sosiologi, pendidikan, manajemen dan lain-lain.

Borg and Gall (1988) menyatakan bahwa, penelitian dan pengembangan (*research and development/R&D*), merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan atau memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan dan pembelajaran. Penelitian dan pengembangan merupakan “jembatan” antara penelitian dasar (*basic research*) dengan penelitian terapan (*applied research*), dimana penelitian dasar bertujuan untuk “*to discover new knowledge about fundamental phenomena*” dan *applied research* bertujuan untuk menemukan pengetahuan yang secara praktis dapat diaplikasikan. Walaupun ada kalanya penelitian terapan juga untuk mengembangkan produk. Penelitian dan pengembangan bertujuan untuk menemukan, mengembangkan dan memvalidasi suatu produk.²

2. Momentum Linear

Telah jelas bahwa menghentikan sebuah truk sarat pasir lebih berat dibandingkan dengan menghentikan sebuah sepeda motor yang bergerak dengan kecepatan yang sama. Maka dapat dikatakan bahwa truk itu

² Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan, (Bandung: Alfabeta, 2013), hlm 10.

memiliki momentum linear yang lebih besar dibandingkan dengan sepeda motor.³ Momentum linear partikel adalah besaran vektor \vec{p} yang didefinisikan sebagai

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (2 - 1)$$

(momentum linear dari sebuah partikel)

dengan m adalah massa partikel dan \vec{v} adalah kecepatannya. Kata sifat linear sering diabaikan, tetapi berfungsi untuk membedakan dari momentum sudut yang berhubungan dengan gerak rotasi. Untuk selanjutnya momentum linear disebut momentum saja. Karena m adalah besaran skalar yang selalu positif, memberi tahu kita bahwa \vec{p} dan \vec{v} mempunyai arah yang sama. Unit SI untuk momentum adalah kilogram-meter per detik (kg m/s).⁴

Newton menyatakan hukum kedua tentang gerak dalam momentum:

Laju perubahan momentum partikel adalah sama dengan gaya total yang bekerja pada partikel dan berada di arah gaya itu.

³ M.Rasyid, Farhani. dkk, *Fisika Dasar, Jilid 1: Mekanika*, (Yogyakarta: Periuk, 2015), hlm 194.

⁴ Halliday, dkk, *Fisika Dasar, Edisi Ketujuh Jilid 1*, Jakarta: Erlangga, 2010, hlm 228.

Dalam bentuk persamaan hukum kedua Newton menjadi

$$\vec{F}_{net} = \frac{d\vec{p}}{dt}, \quad (2 - 2)$$

Pers. 2-2 menjelaskan bahwa gaya *eksternal* total \vec{F}_{net} yang bekerja pada partikel mengubah momentum linear \vec{p} partikel. Sebaliknya, momentum linear dapat diubah hanya oleh sebuah gaya eksternal total. Jika tidak ada gaya eksternal total, \vec{p} tidak dapat berubah.

Dengan memanipulasi Pers. 2-2, yakni mengganti \vec{p} dengan $m\vec{v}$ dari Pers. 2-1, maka untuk massa konstan m , didapat

$$\vec{F}_{net} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}.$$

Jadi, persamaan $\vec{F}_{net} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ dan $\vec{F}_{net} = m\vec{a}$ ekuivalen dengan hukum Newton kedua tentang gerak sebuah partikel.

Momentum Linear Sistem Partikel

Tinjau sistem n partikel, masing-masing memiliki massa (m_i), kecepatan (\vec{v}_i), dan momentum linear (\vec{p}_i). Partikel dapat berinteraksi satu sama lain, dan gaya eksternal dapat bekerja pada mereka. Sistem secara keseluruhan memiliki momentum linear total \vec{p} , yang

didefinisikan sebagai jumlah vektor momentum linear partikel individu, yakni

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 + \dots + \vec{p}_n$$

$$\vec{p} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + m_3\vec{v}_3 + \dots + m_n\vec{v}_n. \quad (2 - 3)$$

Momentum total sistem n partikel juga dapat dituliskan dalam bentuk

$$\vec{p} = m\vec{v}_{tpm}, \quad (2 - 4)$$

momentum linear, sistem banyak partikel, dengan

$$m = \text{massa total}$$

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n$$

$$\vec{v}_{tpm} = \text{kecepatan pusat massa,}$$

yakni,

Momentum linear suatu sistem partikel sama dengan hasil kali total massa M sistem dengan kecepatan pusat massa.

Jika dari Pers. 2-4 diturunkan terhadap waktu, maka diperoleh

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = M \frac{dv_{tpm}}{dt} = M\vec{a}_{tpm}, \quad (2 - 5)$$

sehingga hukum Newton kedua untuk sistem banyak partikel dapat dituliskan menjadi

$$\vec{F}_{net} = \frac{d\vec{P}}{dt} \quad (2 - 6)$$

(sistem banyak partikel)

dengan \vec{F}_{net} adalah gaya eksternal total yang bekerja pada sistem. Persamaan tersebut menjelaskan bahwa gaya eksternal total \vec{F}_{net} pada sebuah sistem banyak partikel mengubah momentum linear \vec{p} dari sistem. Sebaliknya, momentum linear bisa diubah hanya oleh sebuah gaya eksternal total. Jika tidak ada gaya eksternal total, \vec{p} tidak bisa berubah.⁵

Tumbukan Elastis dalam Satu Dimensi

Tumbukan sehari-hari umumnya tak elastis, tetapi sebagian dari tumbukan itu dapat disamakan sebagai elastis yaitu, dapat diperkirakan bahwa energi kinetik total benda yang bertumbukan terkonversi dan tidak dipindahkan ke bentuk energi lainnya.

$$\left(\begin{array}{l} \text{energi kinetik total} \\ \text{sebelum tumbukan} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{l} \text{energi kinetik total} \\ \text{sesudah tumbukan} \end{array} \right)$$

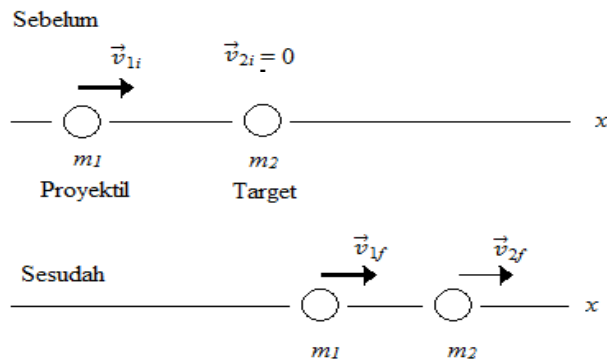
Ini tidak berarti bahwa energi kinetik masing-masing benda tumbukan tidak bisa berubah. Sebaliknya, hal tersebut berarti:

Dalam tumbukan elastis, energi kinetik dari setiap benda yang bertumbukan bisa berubah, tetapi energi kinetik total sistem tidak berubah.

⁵ Halliday. dkk, *Fisika Dasar, Edisi Ketujuh Jilid 1*,... hlm 229

Misalnya, tumbukan antara bola putih dengan bola lainnya dalam permainan biliard dapat diperkirakan sebagai sebuah tumbukan elastis. Jika tumbukan adalah frontal (*cue-ball* mengarah langsung menuju bola lainnya), energi kinetik *cue-ball* dapat ditransfer hampir seluruhnya ke bola lain tersebut. (Namun, fakta bahwa tumbukan tersebut menghasilkan suara menunjukkan bahwa paling tidak, ada sedikit dari energi kinetik yang ditransfer ke bentuk energi suara.)

Target Diam



Gambar 2.1. Benda 1 bergerak sepanjang sumbu x sebelum melakukan tumbukan elastis dengan benda 2, yang awalnya diam. Kedua benda bergerak sepanjang sumbu tersebut setelah tumbukan.

Gambar 2.1 menunjukkan dua benda sebelu dan setelah bertumbukan dalam satu dimensi seperti tumbukan antara bola-bola biliar. Sebuah benda proyektil bermassa m_1 dan kecepatan awal \vec{v}_{1i} bergerak ke arah benda target bermassa m_2 yang awalnya diam ($\vec{v}_{2i} = 0$). Diasumsikan sistem dua benda tersebut adalah tertutup dan terisolasi. Kemudian, karena momentum linear total sistem bersifat lestari, maka

$$m_1 \vec{v}_{1i} + m_2 \vec{v}_{2i} = m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f}.$$

Karena $\vec{v}_{2i} = 0$, maka persamaan di atas menjadi

$$m_1 \vec{v}_{1i} = m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f}. \quad (2 - 7)$$

Jika tumbukan juga elastis, maka energi kinetik netto bersifat lestari, sehingga berlaku

$$\frac{1}{2} m_1 \vec{v}_{1i}^2 = \frac{1}{2} m_1 \vec{v}_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 \vec{v}_{2f}^2. \quad (2 - 8)$$

Pada persamaan tersebut, subskrip i mengidentifikasi kecepatan awal dan subskrip f kecepatan akhir benda. Andaikan m_1 , m_2 , dan \vec{v}_{1i} diketahui, kemudian akan dicari \vec{v}_{1f} dan \vec{v}_{2f} . Pertama kita tulis ulang pers. 2-7 menjadi

$$m_1(v_{1i} - v_{1f}) = m_2 v_{2f}, \quad (2 - 9)$$

dan pers. 2-8 menjadi

$$m_1(v_{1i} - v_{1f})(v_{1i} + v_{1f}) = m_2 v_{2f}^2. \quad (2 - 10)$$

Setelah membagi Pers. 2-10 dengan Pers. 2-9 dan melakukan beberapa perhitungan aljabar, maka diperoleh

$$v_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{1i}, \quad (2 - 11)$$

dan

$$v_{2f} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_{1i}. \quad (2 - 12)$$

Dari Pers. 2-12 diperoleh bahwa \vec{v}_{2f} selalu positif (benda target yang awalnya diam dengan massa m_2 selalu bergerak maju). Kemudian dari Pers. 2-11 kita melihat bahwa \vec{v}_{1f} dapat memiliki tanda apapun (benda proyektil dengan massa m_1 bergerak maju jika $m_1 > m_2$ tetapi akan memantul jika $m_1 < m_2$)

Target Bergerak



Gambar 2.2 Dua benda melaju menuju tabrakan satu dimensi elastis

Sejauh ini kita telah meneliti tumbukan elastis dari proyektil dan target yang diam. Sekarang mari kita tinjau situasi dimana kedua benda bergerak sebelum mereka mengalami tumbukan elastis. Untuk situasi yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. hukum kelestarian momentum linear ditulis sebagai

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f} \quad (2 - 13)$$

dan hukum kelestarian energi kinetik ditulis sebagai

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2. \quad (2 - 14)$$

Untuk memecahkan persamaan-persamaan di atas secara simultan untuk v_{1f} dan v_{2f} , pertama-tama kita tulis ulang Pers. 2-13 sebagai

$$m_1(v_{1i} - v_{1f}) = -m_2(v_{2i} - v_{2f}) \quad (2 - 15)$$

dan Pers. 2-14 sebagai

$$m_1(v_{1i} - v_{1f})(v_{1i} + v_{1f}) = -m_2(v_{2i} - v_{2f})(v_{2i} + v_{2f}). \quad (2 - 16)$$

Setelah membagi Pers. 2-16 dengan Pers. 2-15 dan melakukan beberapa operasi aljabar lagi, maka diperoleh

$$v_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{1i} + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} v_{2i}, \quad (2 - 17)$$

$$v_{2f} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_{1i} + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} v_{2i}. \quad (2 - 18)$$

Perhatikan bahwa penggunaan subskrip 1 dan 2 diberikan secara sembarang kepada benda-benda tersebut. Jika kita tukar subskrip tersebut pada Gambar 2.2 dan dalam Pers. 2-17 dan 2-18, kita akan mendapatkan set persamaan yang sama. Perhatikan juga bahwa jika kita set $v_{2i} = 0$, maka benda 2 menjadi target diam seperti pada Gambar 2.1, dan Pers. 2-17 dan 2-18 masing-masing berubah menjadi Pers. 2-11 dan 2-12.

Praktikum Fisika Dasara II Modul Tumbukkan Momentum Linear

a. Tujuan Percobaan

Untuk memverifikasi hukum kekekalan momentum linear pada tumbukan

b. Teori

Menurut hukum kekekalan momentum, dalam sebuah tumbukan antara dua benda dalam sebuah sistem, momentum sebelum tumbukan adalah sama dengan momentum setelah tumbukan. Secara matematis ungkapan ini dapat ditulis menjadi

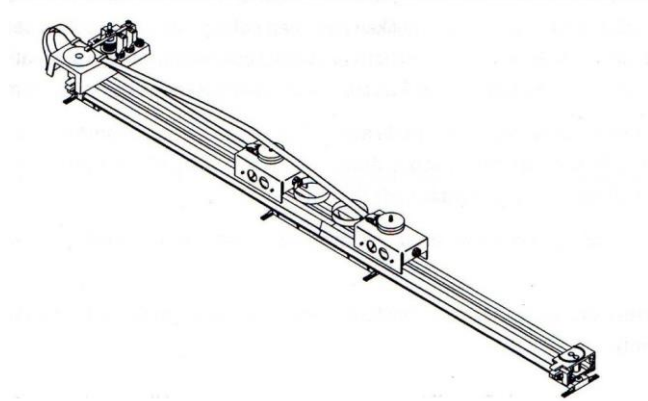
$$\left(\begin{array}{c} \text{momentum total} \\ \text{sebelum tumbukan} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{momentum total} \\ \text{sesudah tumbukan} \end{array} \right)$$

$$m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B = m_A \vec{v}'_A + m_B \vec{v}'_B \quad (2 - 19)$$

m_A dan m_B adalah massa benda A dan B yang bertumbukan, \vec{v}_A dan \vec{v}_B adalah kecepatan benda A

dan B sebelum tumbukan. Sedangkan \vec{v}'_A dan \vec{v}'_B adalah kecepatan benda A dan B setelah tumbukan.

Dalam percobaan ini anda akan memeriksa keberlakuan persamaan di atas untuk tumbukan antara dua kereta dinamika pada rel. Pewaktu ketik, pita ketik dan kereta dinamika dirangkai pada rel dengan posisi horisontal seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Rangkaian alat praktikum tumbukan momentum linear

Catatan:

Pada percobaan ini dibutuhkan dua potongan pita ketik yang dipasang pada masing-masing kereta dinamika. Karena hanya ada satu buah pewaktu ketik harus dapat digunakan untuk merekam kedua gerak kereta dinamika. Hal ini dapat dilakukan dengan melewati dua pita melalui alur pita dan

melewatkan kedua pita di antara dua kertas karbon yang dipasang pada pewaktu ketik.

- 1) Ukur massa setiap kereta dinamika menggunakan neraca. Catat hasil pengukuran pada tabel.
- 2) Berlatihlah beberapa kali memberi dorongan singkat kepada kereta dinamika pertama (kereta dinamika pertama adalah kereta yang berada paling dekat dengan pewaktu ketik) sedemikian rupa sehingga menumbuk kereta dinamika kedua yang diam, dan setelah tumbukan kereta kedua memperoleh laju yang cukup besarnya tetapi tidak terlepas keluar rel. Perhatikan bahwa kereta dinamika perlu penanganan secara hati-hati.
- 3) Pasang dua potongan pita ketik (masing-masing panjangnya 1 m) ke pewaktu ketik. Jepit ujung pita ketik menggunakan jepitan pada masing-masing kereta. Atur posisi pita ketik dan pita karbon sedemikian rupa sehingga pada kedua pita ketik dapat dihasilkan titik ketikan pada saat percobaan.

c. Alat dan Bahan

Alat-alat yang diperlukan dalam eksperimen ini adalah

- 1) Rel presisi
- 2) Penyambung rel

- 3) Pasak penumpang
- 4) Pegas penumbuk
- 5) Tumpukan berpenjepit
- 6) Pewaktu ketik
- 7) Catu daya
- 8) Kereta dinamika
- 9) Beban bercelah dan penggantung beban
- 10) Kabel penghubung 25 cm, hitam
- 11) Kabel penghubung 25 cm, merah
- 12) Timbangan
- 13) Kertas karbon
- 14) Kaki rel

d. Prosedur Percobaan

- 1) Hidupkan catu daya untuk menghidupkan pewaktu ketik dan beri kereta dinamika pertama satu dorongan sehingga kereta bergerak dengan kecepatan yang cukup untuk menumbuk kereta dinamika kedua.
- 2) Lepaskan kedua pita ketik pada masing-masing kereta dan yakinkan agar pita tidak tertukar pada saat menganalisis data. Periksa hasil ketikan pada tiap potong pita dan pastikan semua titik ketikan tampak jelas. Jika hasil ketikan tidak jelas, ulangi percobaan sampai dihasilkan ketikan yang jelas.

Ganti kertas karbon, jika ketikan tidak terlihat karena kertas karbon telah memudar.

- 3) Periksa titik etikan pada tiap kertas pada awal gerak setiap kereta dinamika, jika ada ketikan yang saling tumpang tindih, abaikan titik tersebut. Ambil titik awal gerak pada titik pertama ketika titik yang saling tindih tidak ada lagi. Potong pita pada titik tersebut.
- 4) Gunakan 5-ketik sebagai satuan waktu dan dari kedua pita, kenali dan tentukan laju kereta dinamika 1 saat sebelum tumbukan (dan setelah tumbukan, jika ada), dan laju kereta dinamika 2 setelah tumbukan. Nyatakan laju kereta dalam $\text{cm}/(5\text{-ketikan})$. Cata nilai yang didapatkan dalam tabel.
- 5) Tambahkan satu buah beban bercelah 50 gram ke kereta 1. massa kereta 1 sekarang $m_1 + 50$ gram. Ulangi langkah 1 sampai dengan 4.
- 6) Ulangi langkah percobaan 5 dengan menambah beban lagi pada ke kereta 1 dan kereta 2. Usahakan agar kereta dinamika selalu menjauhi pewaktu dan tidak berbalik arah. Pewaktu ketik tidak dapat digunakan untuk merekam gerak yang berarah mendekati pewaktu ketik.
- 7) Lengkapi tabel dengan data yang didapatkan.

3. Mikrokontroler ATmega 16

Semua jenis perangkat elektronik, mulai dari telepon genggam hingga oven microwave, dan mulai dari mesin cuci piring otomatis hingga kamera digital, memiliki sebuah mikrokontroler yang berperan sebagai jantung dari kesistemannya. Mikrokontroler mampu melaksanakan semua kerja pemrosesan kompleks yang diperlukan untuk menghubungkan input (atau *input-input*) sistem ke *output* (atau *output-output*)-nya.

Sebuah mikrokontroler seringkali dirujuk dengan sebutan ‘komputer dalam sebuah *chip*’. Sebutan ini memang merupakan sebuah deskripsi yang cukup tepat bagi piranti mikrokontroler. Mikrokontroler adalah sebuah rangkaian terpadu tunggal, dimanan semua blok rangkaian yang kita jumpai sebagai unit-unit terpisah di dalam sebuah komputer digabungkan menjadi satu.

Terdapat ratusan jenis mikrokontroler yang berbeda, yang tersedia di pasaran. Sedemikian beragamnya, sehingga cukup sulit bagi kita untuk mengatakan jenis mana yang merupakan jenis yang ‘tipikal’. Rangkaian terpadu (IC) 28-pin adalah mikrokontroler dengan ukuran rata-rata dan memuat unit-unit dasar yang dibutuhkan oleh semua jenis kontroler:

- **Unit aritmetika dan logika (*arithmetic-logic unit*)**
(ALU): rangkaian-rangkaian logika yang

melaksanakan operasi-operasi penjumlahan, pengurangan, dan berbagai operasi logika lainnya.

- **Memori** : rangkaian-rangkaian logika yang berfungsi menyimpan data. Terdapat dua jenis memori. **RAM** mampu menampung hingga 72 byte data. Memori jenis ini digunakan oleh ALU untuk menyimpan data secara sementara, yang dibutuhkannya ketika melakukan pemrosesan. **ROM** mampu menampung hingga 3 kb data. Memori ini menyimpan program yang berfungsi mengarahkan kerja kontroler.
- **Clock**: chip yang memuat semua komponen clock sistem, terkecuali komponen kristalnya.
- **Input dan output**: dari ke-28 pin yang ada pada Ic ini, 20 diantaranya digunakan untuk input dan output data. Pin-pin ini dapat disambungkan ke lampu, piranti tampilan, motor, penguat suara, dan perangkat-perangkat *output* lainnya. Anda dapat menemukan lebih banyak penjelasan mengenai antarmuka mikrokontroler dengan perangkat-perangkat input/output ini.⁶

Mikrokontroler merupakan chip cerdas yang menjadi tren dalam pengendalian dan otomatisasi. Dengan banyak jenis tipe, kapasitas memori, dan berbagai fitur,

⁶ Owen Bishop, *Dasar-Dasar Elektronika*, (Jakarta: Erlangga, 2004), hlm 148.

mikrokontroler menjadi pilihan dalam aplikasi prosesor mini untuk pengendalian skala kecil. Beberapa vendor populer seperti Intel, Atmel, Motorola, Microchip dan Harris telah memasarkan beberapa jenis mikrokontroler ke pasar di seluruh dunia dalam berbagai bentuk dan fiturnya.

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) dari Atmel menggunakan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) yang artinya prosesor tersebut memiliki set instruksi program yang lebih sedikit dibandingkan dengan MCS-51 yang menerapkan arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi prosesor RISC adalah instruksi dasar (belum tentu sederhana), sehingga instruksi-instruksi ini umumnya hanya memerlukan satu siklus mesin untuk menjalankannya. Kecuali instruksi percabangan yang membutuhkan dua siklus mesin. RISC biasanya dibuat dengan arsitektur Harvard, karena arsitektur ini yang memungkinkan untuk membuat eksekusi instruksi selesai dikerjakan oleh dalam satu atau dua siklus mesin, sehingga akan semakin cepat dan handal. Proses downloading programnya relatif lebih mudah karena dapat dilakukan langsung pada sistemnya.

Sekarang ini AVR dapat dikelompokkan menjadi 6 kelas, yaitu keluarga Attiny, keluarga AT90Sxx, keluarga

ATmega, keluarga AT90CAN, keluarga AT90PWM dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Sedangkan dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan hampir sama.⁷

AVR tipe ATmega memiliki beberapa seri diantaranya adalah ATmega 16. ATmega 16 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. AVR ATmega 16

ATmega 16 memiliki fitur-fitur sebagai berikut:

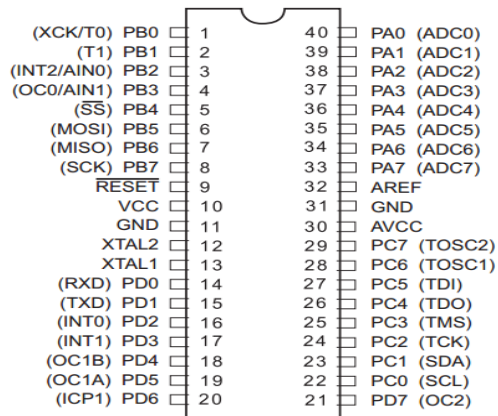
- a. Saluran I/O ada 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D
- b. ADC (*Analog to Digital Converter*) 10 bit sebanyak 8 channel.

⁷ Iswanto, *Design dan Implementasi Sistem Embedded Mikrokontroller ATMEGA 8535*, (Yogyakarta: Gava Media, 2008), hlm 1.

- c. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
- d. CPU yang terdiri dari 32 register.
- e. 131 intruksi andal yang umumnya hanya membutuhkan 1 siklus *clock*.
- f. *Watchdog Timer* dengan oscilator internal.
- g. Dua buah *Timer/Counter* 8 bit.
- h. Satu buah *Timer/Counter* 16 bit.
- i. Tegangan operasi 2.7 V - 5.5 V pada ATmega16.
- j. Internal *SRAM* sebesar 1KB.
- k. *Memory Flash* sebesar 16KB dengan kemampuan *Read While Write*.
- l. Unit interupsi internal dan eksternal.
- m. *Port* antarmuka *SPI*.
- n. *EEPROM* sebesar 512 byte dapat diprogram saat operasi.
- o. Antar muka komparator analog.
- p. channel *PWM*.
- q. 32x8 general *purpose register*.
- r. Hampir mencapai 16 MIPS pada Kristal 16 MHz.
- s. *Port USART* programmable untuk komunikasi serial.⁸

⁸ Andrianto, *Pemrograman Mikrokontroler ATmega 16 menggunakan Bahasa C*, (Bandung: Informatika, 2015), hlm 11-12.

ATmega16 mempunyai standar 40 pin yang mempunyai fungsi sendirisendiri. Konigurasi pin ATmega16 dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Konfigurasi pin ATmega 16.

Gambar 2.5 merupakan susunan kaki standar 40 pin mikrokontroler AVR ATmega16. Berikut penjelasan umum susunan kaki ATmega16 tersebut:

- a. VCC merupakan pin masukan positif catudaya. Setiap peralatan elektronika digital tentunya butuh sumber catu daya yang umumnya sebesar 5 V, itulah sebabnya di PCB kit rangkaian mikrokontroler selalu dipasang IC *regulator* 7805.
- b. GND sebagai PIN ground.
- c. Port A (PA0 ... PA7) merupakan pin I/O dua arah dan dapat diprogram sebagai pin masukan ADC.

- d. Port B (PB0 ... PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu Timer/Counter, Komparator Analog, dan SPI.
- e. Port C (PC0 ... PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, dan Timer Oscilator.
- f. Port D (PD0 ... PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal, dan komunikasi serial.
- g. Reset merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler ke kondisi semula.
- h. XTAL 1 dan XTAL 2 sebagai pin masukan *clock* eksternal. Suatu mikrokontroler membutuhkan sumber detak (*clock*) agar dapat mengeksekusi intruksi yang ada di memori. Semakin tinggi nilai kristalnya, maka semakin cepat pula mikrokontroler tersebut dalam mengeksekusi program.
- i. AVCC sebagai pin masukan tegangan untuk ADC.
- j. AREF sebagai pin masukan tegangan referensi.⁹

⁹ Andrianto, *Pemrograman Mikrokontroler ATmega 16 menggunakan Bahasa C*, (Bandung: Informatika, 2015), hlm 12-14.

4. **Sensor Ultrasonik**

Ultrasonik adalah sebutan untuk jenis suara di atas batas suara yang bisa didengar oleh manusia. Jenis suara ini dapat didengar oleh beberapa binatang seperti kelelawar dan lumba-lumba, dan digunakan sebagai pengindra untuk penanda benda yang ada di depannya. Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi rata-rata diatas 20 kHz. Gelombang ultrasonik termasuk ke dalam gelombang bunyi yang dapat merambat melalui medium padat, cair dan gas. Seperti diketahui, telinga manusia hanya bisa mendengar suara dengan frekuensi 20 Hz sampai 20KHz (Soebhakti, 2008: 1).

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang memanfaatkan pancaran gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut *transmitter* dan rangkaian penerima ultrasonik yang disebut *receiver*. Sinyal ultrasonik yang dibangkitkan akan dipancarkan dari transmitter ultrasonik. Ketika sinyal mengenai benda penghalang, maka sinyal ini dipantulkan, dan diterima oleh *receiver* ultrasonik. Sinyal yang diterima oleh rangkaian *receiver* dikirimkan ke rangkaian mikrokontroler untuk selanjutnya diolah untuk menghitung jarak terhadap benda di depannya atau bidang pantul.

HC-SR04 adalah sebuah modul ultrasonik yang berfungsi untuk melakukan pengukuran jarak suatu benda/halangan dengan memanfaatkan sinyal suara ultrasonik. Kinerja yang stabil dan akurasi yang tinggi dengan harga yang murah merupakan kelebihan dari HC-SR04. Karena kelebihannya, HC-SR04 banyak dipakai dalam berbagai aplikasi pengukuran jarak. Modul meliputi pemancar ultrasonik, penerima, dan rangkaian kontrol.

Spesifikasi dari HC-SR04 adalah *supply* tegangan 5V DC, arus 15 mA, frekuensi 40kHz dengan jarak pengukuran 2 cm - 400 cm. Bentuk fisik dari HC-SR04 terlihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Sensor Ultrasonik HCSR04

Berikut adalah pin dari HC-SR04 :

1. VCC : *Input supply 5V*
2. Trig : *Input* untuk memberikan pulsa *trigger*
3. Echo : *Output* untuk pulsa *Echo*
4. GND : *Input supply 0V Ground*.¹⁰

5. *LCD (Liquid Crystal Display)*

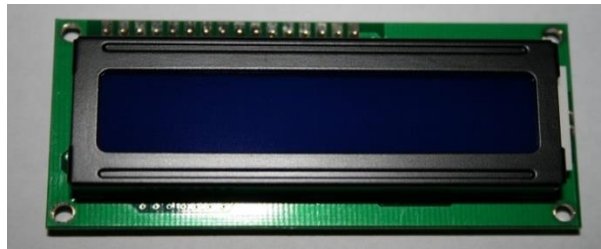
Sebuah LCD (*liquid crystal display*) dibentuk oleh suatu jenis cairan khusus yang ditempatkan diantara dua buah lempengan kaca. Terdapat sebuah bidang datar (*backplane*) yang merupakan lempengan kaca bagian belakang, dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam, ketika tegangan bolak-balik diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan. LCD biasanya memiliki beberapa buah digit dan titik desimal. Seringkali, terdapat pula sejumlah simbol dan kata tambahan yang memungkinkan LCD digunakan untuk aplikasi-aplikasi yang spesifik.¹¹

Menampilkan suatu karakter untuk membantu menginformasikan proses dan kontrol yang terjadi dalam

¹⁰ Andrianto, *Pemrograman Mikrokontroler ATmega 16 menggunakan Bahasa C*, (Bandung: Informatika, 2015), hlm 187-189.

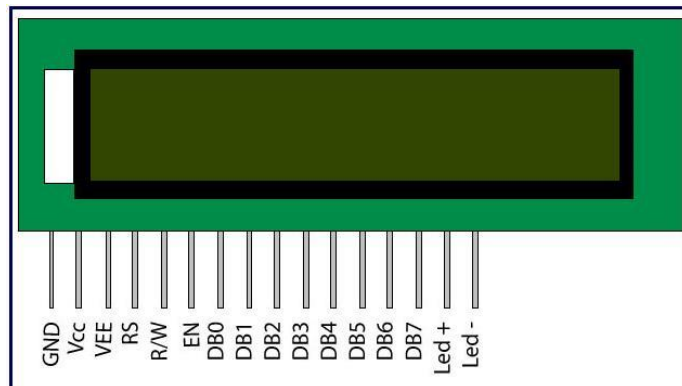
¹¹ Owen Bishop, *Dasar-Dasar Elektronika*,... hlm 148

suatu program dapat menggunakan LCD. LCD yang sering digunakan dan paling murah adalah LCD dengan banyak karakter 16x2, 2 menyatakan baris dan 16 menyatakan kolom. Bentuk fisik dari LCD 16x2 terlihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7. LCD 16x2

LCD sudah dilengkapi perangkat kontrol sendiri yang menyatu dengan LCD. Konfigurasi pin yang terdapat dalam LCD ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Konfigurasi pin LCD 16x2

Tabel 2.1. Konfigurasi pin LCD 16x2.¹²

Pin	Simbol	Nilai	Fungsi
1	VSS	-	Power supply 0 volt (ground)
2	VCC	-	Power supply Vcc
3	VEE	-	Seting kontras
4	RS	0/1	0: intruksi input / 1: data input
5	R/W	0/1	0: tulis ke LCD / 1: membaca dari LCD
6	E	0→1	Mengaktifkan sinyal
7	DB 0	0/1	Data bit 0
8	DB 1	0/1	Data bit 1
9	DB 2	0/1	Data bit 2
10	DB 3	0/1	Data bit 3
11	DB 4	0/1	Data bit 4
12	DB 5	0/1	Data bit 5
13	DB 6	0/1	Data bit 6
14	DB 7	0/1	Data bit 7
15	VB+	-	Power 5 Volt (Vcc) Lampu latar (jika ada)
16	VB-	-	Power 0 Volt (ground) Lampu latar (jika ada)

¹²Andrianto, *Pemrograman Mikrokontroler ATmega 16 menggunakan Bahasa C*, (Bandung: Informatika, 2015), hlm 85.

6. Saklar Tekan (*Switch Button*)

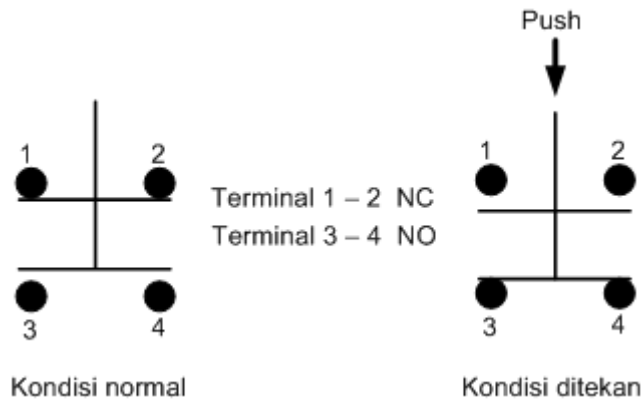
Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat/saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal.



Gambar 2.9. *Push button switch*

Sebagai *device* penghubung atau pemutus, *push button switch* hanya memiliki 2 kondisi, yaitu *on* dan *off* (1 dan 0). Istilah *on* dan *off* ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi *on* dan *off*. Karena sistem kerjanya yang *unlock* dan langsung

berhubungan dengan operator, *push button switch* menjadi *device* paling utama yang biasa digunakan untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti *push button switch* atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian *on* dan *off*.



Gambar 2.10. Prinsip Kerja *Push button switch*

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, *push button switch* mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*).

- NO (*Normally Open*), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik

tidak mengalir). Ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO akan menjadi menutup (*Close*) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem *circuit* (*Push Button ON*).

- NC (*Normally Close*), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar push button ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (*Open*), sehingga memutus aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem *circuit* (*Push Button Off*).¹³

B. Kajian Pustaka

Kajian pustaka merupakan deskripsi hubungan antara masalah yang diteliti dengan sumber-sumber kepustakaan yang relevan dan benar-benar terfokus pada tema yang dibahas sebagai dasar penelitian¹⁴. Rumusan dan tinjauan pustaka sepenuhnya digali dari bahan yang tertulis oleh para ahli dibidangnya yang berhubungan dengan penelitian. Beberapa penelitian yang sudah teruji kesahihannya diantaranya adalah:

¹³ <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/xmlrpc.php> (diakses 1 Nopember, 2016 pukul 15.45 WIB)

¹⁴Musthofa, dkk, *Pedoman Penulisan Skripsi FITK UIN Walisongo Semarang*. (Semarang:FITK UIN Walisongo,2015), hlm. 12.

1. Skripsi Siti Nur Karimah (2015) dengan judul **“PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM *SEVEN SEGMENT* DENGAN MIKROKONTROLER PADA MATA KULIAH ELEKTRONIKA DASAR II”**.

Pengembangan alat praktikum *seven segment* dengan mikrokontroler meliputi 4 tahap yang dimulai dengan studi pendahuluan dengan menyebar angket kepada mahasiswa pendidikan fisika angkatan 2012. Selanjutnya dikembangkan alat praktikum *seven segment* berdasarkan hasil studi pendahuluan, yaitu alat praktikum yang menggunakan mikrokontroler dengan masukan 8 digit dan keluaran menggunakan 2 *seven segment*. Alat praktikum yang sudah divalidasi dosen pengampu praktikum, selanjutnya di uji lapangan terbatas dan uji lapangan skala luas dan yang terakhir alat praktikum disosialisasikan kepada mahasiswa yang akan mengikuti mata kuliah Praktikum Elektronika Dasar II pada semester berikutnya.

Persamaan penelitian di atas dengan penelitian ini adalah penelitian yang menghasilkan produk berbasis mikrokontroler. Kemudian tahap uji coba secara terbatas dan luas sama-sama dilakukan di Laboratorium Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Model pengembangan yang digunakan sedikit berbeda dimana penelitian di atas menggunakan model pengembangan sesuai dengan

pedoman penulisan skripsi FITK sedangkan pada penelitian ini menggunakan model pengembangan yang dikemukakan oleh Sugiyono.

2. Jurnal Lailatul Ahadia (UNESA) dengan judul **“KELAYAKAN KIT PRAKTIKUM SEDERHANA SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATERI LISTRIK STATIS”**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media kit praktikum sederhana pada materi listrik statis yang layak berdasarkan aspek validitas, kepraktisan, dan keefektifan. Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (R&D) dengan desain instruksional ASSURE. Penelitian ini dilakukan pada siswa kelas IX SMP dengan desain penelitian one group pretest –posttest design. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kit praktikum sederhana yang dikembangkan dinyatakan layak berdasarkan aspek validitas ditinjau dari hasil penilaian para validator dengan rata-rata persentase sebesar 93,94% dengan kriteria sangat layak. Kelayakan kit praktikum berdasarkan aspek kepraktisan menunjukkan bahwa hasil observasi guru diperoleh persentase rata-rata sebesar 86,8% dengan kriteria sangat baik dan didukung oleh hasil observasi aktivitas siswa selama menggunakan alat-alat yang ada dalam kit dengan persentase sebesar 26,1% serta hasil angket respon siswa

diperoleh persentase dengan rata-rata sebesar 77,8% dengan kriteria baik. Kelayakan kit praktikum berdasarkan aspek keefektifan diperoleh dari hasil belajar siswa yang menunjukkan bahwa 100% siswa tuntas pada ranah sikap dan keterampilan, sedangkan pada ranah pengetahuan diperoleh nilai rata-rata sebesar 3,19 dengan 100% siswa tuntas. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kit praktikum sederhana pada materi listrik statis dinyatakan layak berdasarkan aspek validitas, kepraktisan, dan keefektifan. Dari jurnal tersebut peneliti mengutip beberapa indikator kelayakan suatu alat praktikum.

3. Jurnal Slamet Hani (IST AKPRIND Yogyakarta) dengan judul **“SENSOR ULTRASONIK SRF05 SEBAGAI MEMANTAU KECEPATAN KENDARAAN BERMOTOR”**

Fungsi dasar sensor ultrasonik yaitu sebagai sensor untuk mengukur jarak, dengan kemampuan mengukur jarak dimungkinkan penggunaanya untuk mengukur kecepatan dengan menggunakan 2 sensor ultrasonik. Sistem pengukuran kecepatan ini yang pertama mengukur jarak pantul dari sensor kurang dari batas maksimal pemantauan. Sensor akan mulau menghitung waktu dan waktu akan berhenti saat sensor kedua mendapatkan pantulan. Besar nilai kecepatan yang didapat adalah hasil bagi antara antara jarak kedua sensor dengan waktu pantul

antara dua sensor. Besarnya nilai kecepatan akan ditampilkan melalui LCD. Besarnya nilai kecepatan yang terukur alat masih kurang presisi. Hal ini karena adanya tunda yang terdapat pada sensor ultrasonik yang dapat mempengaruhi perhitungan waktu guna mendapatkan nilai kecepatan.

Dari jurnal diatas peneliti mengambil sensor yang serupa yaitu sensor ultrasonik untuk mengukur kecepatan suatu benda. Meskipun menggunakan sensor yang sama, namun pada penelitian ini peneliti menggunakan metode yang berbeda dalam menentukan kecepatan. Metode yang digunakan peneliti adalah dengan mengukur jarak benda pada setiap selang waktu yang telah ditentukan , yaitu 0,2 detik. Kemudia kecepatan didapat dari selisih perpindahan dibagi 0,2 detik.

C. Kerangka Berfikir

Pembelajaran merupakan suatu proses interaksi komunikasi antara sumber belajar, guru, dan siswa. Interaksi komunikasi itu dilakukan baik secara langsung dalam kegiatan tatap muka maupun secara tidak langsung dengan menggunakan media, dimana sebelum menggunakan media telah menentukan model pembelajaran yang akan ditetapkan. Media pembelajaran merupakan alat bantu yang digunakan untuk mempermudah proses pembelajaran. Macam-macam

media pembelajaran meliputi, media audio, media visual, media audio visual, dan multimedia. Media yang digunakan dalam pembelajaran harus disesuaikan dengan bahan ajar yang akan disampaikan agar memperoleh hasil yang maksimal.

Mata kuliah Praktikum Fisika Dasar II modul Tumbukan Momentum Linear dipraktikkan untuk mempermudah pemahaman mahasiswa terhadap konsep momentum. Keterbatasan alat baik dari segi jumlah maupun kondisi dari pewaktu ketik sebagai alat untuk mengukur kecepatan benda mengakibatkan praktikum tidak dapat berjalan dengan sebagaimana mestinya. Selain itu, penggunaan pewaktu ketik juga membutuhkan waktu yang lama ketika merangkai alat-alat percobaan maupun pada saat melakukan perhitungan.

Dibutuhkan alat praktikum yang mampu menentukan kecepatan benda dengan akurat dan mudah dalam penggunaannya untuk mengatasi masalah ini. Peneliti mengembangkan alat praktikum Tumbukan momentum linear khususnya pada instrumen pengukur kecepatan dengan menggunakan mikrokontroler. Alat praktikum dengan mikrokontroler dapat memberi motivasi mahasiswa untuk mempelajari elektronika dan instrumentasi lebih detail serta memberi hasil yang lebih efektif dan efisien.