



**Kampus
Merdeka**
INDONESIA JAYA

MODUL

GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN



TIM PENYUSUN :

WAWAN KURNIAWAN, S.Si., M.Cs.

FEBRI BERTHALITA PUJANINGSIH, S.Si., M.Si.

ABDUSSALAM ASWIN HADIST

FASE F

DAFTAR ISI

PENDAHULUAN.....	1
I. Identitas Modul.....	1
II. Capaian Pembelajaran	1
III. Petunjuk Penggunaan Modul.....	1
KEGIATAN PEMBELAJARAN.....	2
A. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).....	2
B. Menghitung Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).....	3
C. Grafik Gerak Benda Pada Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)	11
D. Kasus Penggunaan <i>AirBag</i>	15
E. Mari Mengerjakan Proyek	16
DAFTAR PUSTAKA	18

PENDAHULUAN

I. Identitas Modul

Mata Pelajaran : Fisika
Kelas : XI/Fase F
Alokasi Waktu : 5 Pertemuan

II. Capaian Pembelajaran

Peserta didik mampu memahami konsep gerak, yaitu hubungan gaya dan gerak serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur; penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari; konsep kalor dan termodinamika serta penerapannya untuk menganalisis dampak perubahan iklim; gejala gelombang dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari; rangkaian listrik dan fenomena elektromagnetik; teori dasar fisika modern dan pengaruhnya terhadap perkembangan teknologi; serta teori dasar digital dan penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari.

III. Petunjuk Penggunaan Modul

Untuk dapat mengerjakan pembelajaran inti, peserta didik diminta untuk membaca modul ini terlebih dahulu dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Peserta didik membaca materi didalam modul secara seksama
2. Peserta didik diminta untuk membaca kerangka proyek sebagai petunjuk dalam mengerjakan proyek

KEGIATAN PEMBELAJARAN

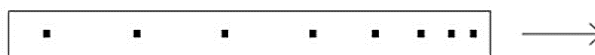
Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran yang akan Anda capai pada pembelajaran ini adalah sebagai berikut :

1. Peserta didik dapat menjelaskan gerak lurus berubah beraturan dipercepat dan gerak lurus berubah beraturan diperlambat setelah membaca materi pada platform T-TAS.
2. Peserta didik dapat menerapkan konsep gerak lurus berubah beraturan dalam penyelesaian masalah yang berkaitan pada kehidupan sehari-hari.
3. Peserta didik dapat menguraikan konsep gerak lurus berubah beraturan dalam bentuk grafik setelah menyelesaikan proyek.
4. Peserta didik dapat membangun sebuah proyek yang dapat mensimulasikan penggunaan *airbag* saat terjadi kecelakaan.

A. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak lurus berubah beraturan merupakan gerak benda yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Pada kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada kendaraan yang mengerem, bola yang menggelinding di bidang miring, batu yang dilempar secara vertikal dan masih banyak lagi lainnya. Untuk memahami gerak lurus berubah beraturan (GLBB), perlu bagi Anda untuk melihat skema gambar dibawah ini:



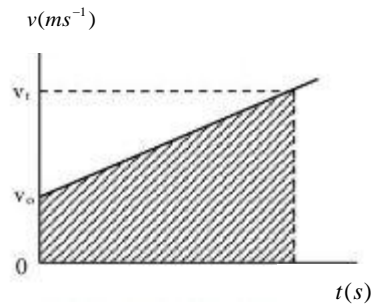
Gambar 1. Hasil Tickertimer gerak lurus berubah beraturan (GLBB)
Sumber : Nainggolan, (2014)

Pada **Gambar 1**, bayangkan titik-titik tersebut adalah benda yang bergerak pada selang waktu tertentu yang semakin ke kanan sehingga waktunya terus bertambah. Hal ini menunjukkan bahwa, benda bergerak diperlambat karena jarak antar posisi benda pada setiap selang waktu, semakin rapat secara teratur.

Perubahan posisi benda secara teratur dikaibatkan oleh percepatan benda yang selalu tetap (konstan). Perubahan posisi benda secara teratur inilah yang disebut dengan gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Gerak lurus berubah beraturan dapat dibedakan menjadi dua yaitu gerak lurus berubah beraturan dipercepat dan gerak lurus berubah beraturan diperlambat. Perbedaan pada kedua gerak tersebut adalah pada kecepatannya. Pada gerak lurus berubah beraturan yang dipercepat benda bergerak semakin cepat. Dengan kata lain, perubahan posisi benda semakin renggang antar selang waktunya. Sedangkan pada gerak lurus berubah beraturan diperlambat, perubahan posisi benda semakin rapat antar selang waktunya.

B. Menghitung Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak lurus berubah beraturan merupakan gerak lurus yang dapat dihitung menggunakan dengan perhitungan-perhitungan yang sederhana. Hal ini berlaku jika gerakan benda yang terjadi adalah gerakan yang juga sederhana. Namun jika gerakan benda dalam kondisi yang kompleks, maka diperlukan untuk menghubungkan satu perhitungan besaran fisis dengan perhitungan besaran fisis lain yang relevan. Mari mulai penghitungan dengan menganalisis grafik ($v-t$) pada **Gambar 2**, terlebih dahulu dibawah ini:



Gambar 2. Grafik kecepatan terhadap waktu ($v - t$)
Sumber : Kamajaya, (2007)

Pada **Gambar 2.** grafik kecepatan terhadap waktu menunjukkan suatu benda yang bergerak dengan kecepatan awal v_0 dan setelah selang waktu t , kecepatan benda menjadi v_t . Selama selang waktu tersebut benda mengalami percepatan karena benda mengalami perubahan kecepatan. Maka kecepatan benda v_t menjadi:

$$v_t = v_0 + \Delta v \quad (1)$$

Karena Δv merupakan efek dari percepatan maka, $\Delta v = a.t$. Dengan demikian nilai v_t adalah :

$$v_t = v_0 + at \quad (2)$$

Keterangan :

v_t = Kecepatan akhir (ms^{-1})

v_0 = Kecepatan awal (ms^{-1})

a = Percepatan (ms^{-2})

$t = \text{Waktu (s)}$

Selain dapat menghitung kecepatan benda, dengan grafik tersebut juga dapat pula menemukan posisi benda tersebut dengan menghitung luas daerah pada grafik yang diarsir. Karena luas daerah yang diarsir berbentuk bangun trapesium, maka persamaan geraknya adalah sebagai berikut:

$$s = \left(\frac{v_0 + v_t}{2} \right) t$$

Karena $v_t = v_0 + at$ maka persamaan diatas menjadi :

$$s = \left(\frac{v_0 + v_0 + at}{2} \right) t$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (3)$$

Suatu waktu dari berbagai skenario yang terjadi pada benda, waktu benda saat bergerak tidak dapat dicatat dengan pasti maka, dengan memodifikasi persamaan 2 dapat dihasilkan persamaan alternatif yaitu persamaan 4 dengan perhitungan dibawah ini:

$$v_t = v_0 + at$$

$$t = \frac{v_t - v_0}{a} \quad (4)$$

Selanjutnya waktu t dari persamaan 4 disubstitusikan ke persamaan 3 sehingga persamaan 3 dapat menjadi sebagai berikut:

$$s = v_0 \left(\frac{v_t - v_0}{a} \right) + \frac{1}{2} a \left(\frac{v_t - v_0}{a} \right)^2$$

$$s = \frac{v_0 v_t - v_0^2}{a} + \frac{v_t^2 - 2v_t v_0 + v_0^2}{2a}$$

Sehingga dapat menghasilkan persamaan dibawah ini :

$$v_t^2 = v_0^2 + 2as \quad (5)$$

Keterangan :

s = Perpindahan (m)

v_0 = Kecepatan awal (ms^{-1})

v_t = Kecepatan akhir (ms^{-1})

a = Percepatan (ms^{-2})

t = Waktu (s)

Contoh Soal 1

Sebuah mobil bergerak dipercepat dari keadaan diam. Jika percepatan mobil sama dengan 10 m.s^{-1} , hitung posisi dan kelajuan mobil setelah 3s

Diketahui :

$$a = 10 \text{ m.s}^{-2}$$

$$t = 3 \text{ s}$$

Penyelesaian :

Karena mobil bergerak dengan kecepatan konstan, maka gunakan persamaan-persamaan umum yang telah temukan sebelumnya. Dengan menggunakan persamaan 3

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Karena $v_0 = 0$, maka

$$s = \frac{1}{2} a t^2$$

$$s = \frac{1}{2} (10 \text{ m.s}^{-2}) (3 \text{ s})^2$$

$$s = 45 \text{ m}$$

Jadi, mobil berada 45 m dari tempat awal gerakannya.

Untuk menghitung kelajuan mobil setelah 3s bergerak, gunakan persamaan (2)

$$v = v_0 + at$$

$$v = 0 + (10 \text{ m.s}^{-2}) (3 \text{ s})$$

$$v = 30 \text{ m.s}^{-1}$$

Contoh Soal 2

Sebuah mobil bergerak dengan kelajuan 100 km.jam^{-1} menabrak dinding beton yang tidak bergerak. Berapa waktu yang dibutuhkan mobil itu untuk berhenti dan berapa percepatannya? (Asumsikan jarak penghentian sebesar $0,75\text{m}$).

Diketahui :

$$v_0 = 100 \text{ km.jam}^{-1} = 27,78 \text{ m.s}^{-1}$$

$$s = 0,75 \text{ m}$$

Penyelesaian :

Menghitung waktu mobil agar berhenti dalam jarak $0,75\text{m}$ dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan

$$\Delta x = v_{\text{rata-rata}} \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v_{\text{rata-rata}}}$$

$$\Delta t = \frac{0,75 \text{ m}}{14 \text{ m.s}^{-1}}$$

$$\Delta t = 0,054 \text{ s}$$

Karena mobil dihentikan dari $v_0 = 100 \text{ km.jam}^{-1} = 28 \text{ m.s}^{-1}$ hingga diam, maka dalam waktu ini percepatan mobil tersebut saat akan berhenti adalah

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{0 \text{ m.s}^{-1} - 28 \text{ m.s}^{-1}}{0,054 \text{ s}}$$

$$a = -520 \text{ m.s}^{-2}$$

Contoh Soal 3

Mobil x mengalami percepatan 2 ms^{-2} selama 15 sekon dari keadaan diam. Setelah itu, mobil mengalami perlambatan sebesar 5 ms^{-2} sampai berhenti. Tentukan jarak total yang ditempuh mobil tersebut !

Diketahui :

$$a_1 = 2 \text{ ms}^{-2}$$

$$a_2 = -5 \text{ ms}^{-2}$$

$$v_1 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$v_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

Penyelesaian :

Saat mobil mengalami percepatan jarak yang ditempuhnya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3)

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$s_1 = v_1 t_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1^2$$

$$s_1 = 0 + \frac{1}{2} (2 \text{ ms}^{-2})(15 \text{ s})^2$$

$$s_1 = 225 \text{ m}$$

Maka jarak mobil yang ditempuh selama mengalami percepatan adalah 225 m. dengan menggunakan persamaan (5), dapat pula ditemukan jarak yang ditempuh mobil saat mengalami perlambatan. Sehingga jarak mobil yang dapat ditempuh saat mengalami perlambatan adalah sebagai berikut :

$$v^2 = v_0^2 + 2as$$

$$v_2^2 = (v_1')^2 + 2a_2 s_2$$

$$0^2 = (v_1')^2 + 2(-5)s_2$$

v_1' adalah laju akhir dari mobil saat mengalami percepatan. Dengan menggunakan persamaan (1), v_1' dapat ditentukan sebagai berikut

$$v_1' = v_1 + a_1 t_1$$

$$v_1' = 0 + 2ms^{-2}(15s)$$

$$v_1' = 30ms^{-1}$$

Sehingga jarak yang dapat ditempuh mobil saat mengalami perlambatan adalah sebagai berikut

$$0^2 = (30ms^{-1})^2 + 2(-5ms^{-2})s_2$$

$$s_2 = \frac{(30ms^{-1})^2}{10ms^{-2}}$$

$$s_2 = 90m$$

Maka jarak total yang dapat ditempuh oleh mobil tersebut adalah jumlah dari jarak tempuh mobil saat mengalami percepatan dan perlambatan

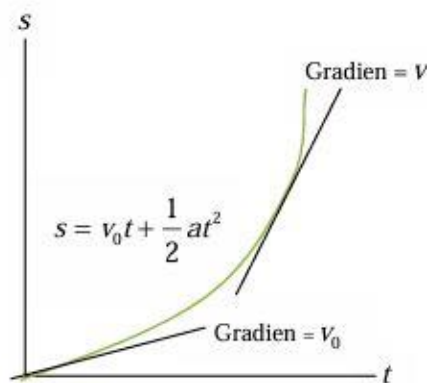
$$s_{total} = s_1 + s_2$$

$$s_{total} = 225m + 90m$$

$$s_{total} = 315m$$

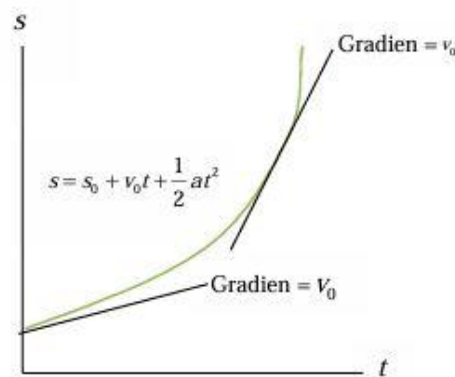
C. Grafik Gerak Benda Pada Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Bagaimanakah grafik $s-t$ dan $v-t$ untuk benda yang bergerak lurus berubah beraturan? Terdapat perbedaan pada kedua grafik tersebut bergantung pada bentuk persamaan 2. dan persamaan 3. Berdasarkan pada persamaan 2., dapat digambarkan sebuah grafik pada **Gambar 3.1** dan **Gambar 3.2** yang terlihat berbentuk parabola. Jika benda tidak berada pada posisi di titik $(0,0)$, maka benda tersebut mengalami perpindahan awal $s_0 = x_0$ terlihat pada **Gambar 3.2**



Gambar 3. 1 Grafik $s - t$ pada gerak lurus berubah beraturan jika perpindahan awal $x = 0$

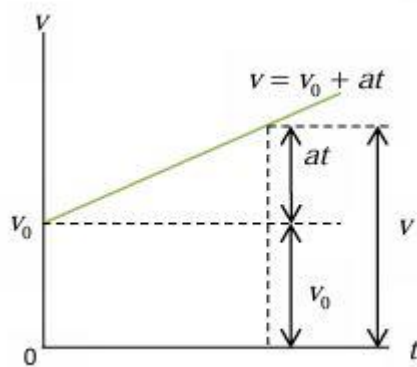
Sumber : Foster, (2006)



Gambar 3. 2 Grafik $s - t$ pada gerak lurus berubah beraturan jika perpindahan awal $x = x_0$

Sumber : Foster, (2006)

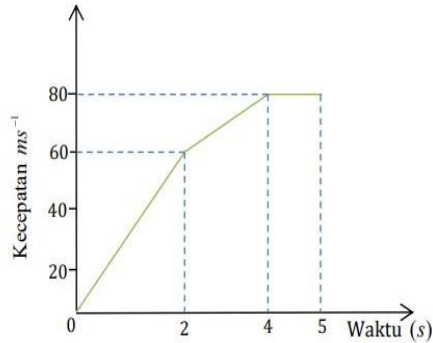
Sedangkan pada grafik hubungan $v-t$ dari persamaan 3. yang terlihat pada **Gambar 3.3** dibawah ini. Jika grafik tersebut hanya berupa sebuah garis lurus yang memotong sumbu vertikal (sumbu v) di titik v_0 dan memiliki kemiringan gradien sebesar a . Dengan demikian, jika diberikan grafik $v-t$ dari gerak sebuah benda yang bergerak lurus berubah beraturan, maka besaran-besaran v_0 dan a yang dapat digunakan untuk menyusun persamaan geraknya.



Gambar 3. 3 Grafik $v - t$ pada gerak lurus berubah beraturan
Sumber : Foster, (2006)

Contoh Soal 4

Perhatikan grafik kecepatan versus waktu dari kereta yang bergerak menurut garis lurus dalam waktu 5 s berikut :



Dari grafik tersebut, tentukan jarak yang ditempuh dalam waktu 5s!

Diketahui :

$$t = 5s$$

Penyelesaian :

Untuk dapat menghitung besar jarak total yang ditempuh mobil, maka perlu menghitung luas daerah yang berada dibawah grafik tersebut. Daerah yang berada dibawah grafik dapat dibagi menjadi tiga bagian berdasarkan selang waktunya agar dapat mempermudah penghitungan.

Luas Daerah 1

Daerah 1 merupakan daerah dengan area hingga $t = 2s$. karena daerah itu berbentuk segitiga siku-siku maka luas daerahnya adalah:

$$s_1 = \frac{1}{2} \text{ alas} \times \text{tinggi}$$

$$s_1 = \frac{1}{2} 2s \times 60ms^{-1}$$

$$s_1 = 60m$$

Luas Daerah 2

Luas daerah 2 merupakan daerah yang berada dibawah grafik yang dimulai dari $t = 2s$ hingga $t = 4s$. Karena daerah yang dibentuk adalah trapesium maka, kereta tersebut telah berpindah sebesar :

$$s_2 = \frac{(v_1 + v_2)\Delta t}{2}$$

$$s_2 = \frac{(60ms^{-1} + 80ms^{-1})(4s - 2s)}{2}$$

$$s_2 = 140m$$

Luas Daerah 3

Luas daerah 3 merupakan daerah yang berada di bawah grafik dari selang waktu 4-5s. Karena daerah yang dibentuk adalah persegi panjang maka kereta tersebut telah berpindah sebesar:

$$s_3 = vt$$

$$s_3 = 80ms^{-1}(5s - 4s)$$

$$s_3 = 80m$$

Maka besar perpindahan oleh kereta selama selang waktu 5 sekon adalah

$$s_{total} = s_1 + s_2 + s_3$$

$$s_{total} = 60m + 140m + 80m$$

$$s_{total} = 280m$$

D. Kasus Penggunaan *AirBag*

Peran *Airbag* Sebagai Pengaman Terhadap Kecelakaan

Kecelakaan merupakan kejadian yang tidak terjadi secara kebetulan melainkan adanya sebab dan akibat yang memicu terjadinya kecelakaan. Hal ini perlu untuk disadari dan dicari tahu agar meminimalisir terjadinya kecelakaan. Walaupun demikian, realita yang terjadi adalah angka kecelakaan yang terus mengalami kenaikan disetiap tahunnya.



Gambar 3. Simulasi penggunaan *airbag* dalam skenario kecelakaan
Sumber : (Alamy, n.d.)

Angka kecelakaan selalu mengalami kenaikan setiap tahunnya yang disebabkan oleh meningkatnya permintaan masyarakat untuk memiliki kendaraan terutama kendaraan mobil. Meningkatnya jumlah kecelakaan yang terjadi sudah sepatutnya bagi para produsen kendaraan untuk memberikan fitur pengaman yang efektif bagi para pengendara.

Salah satu fitur pengaman pada kendaraan adalah *airbag*, *Airbag* merupakan kantung yang dapat terisi udara secara otomatis dan cepat yang berfungsi untuk meredam pengemudi dari pengalaman benturan keras saat mengalami kecelakaan. Sistem *airbag* sangat efektif untuk mengurangi resiko cedera fatal dan kematian bagi pengemudi saat mengalami kecelakaan seperti ditujukan pada **Gambar 4**. *Airbag* dapat mengurangi

resiko cidera fatal pada pengemudi sebesar 31% saat kecelakaan frontal. Selain itu, data yang dikeluarkan oleh NHTSA (Institut keamanan berkendara Amerika Serikat) yang memperkirakan fitur pengaman *airbag* telah menyelamatkan 50.457 nyawa dalam waktu 30 tahun terakhir (*Tulisan dikutip dari Kent, (2003), Hidayati & Hendrati, (2017) dan NHTSA, (2024)*)

E. Mari Mengerjakan Proyek

Berdasarkan kasus yang telah Anda baca diatas, Anda ditugaskan untuk membuat kelompok yang beranggotakan lima peserta didik dan setelahnya akan membuat sebuah proyek yang dapat mensimulasikan cara *airbag* dapat menyelamatkan pengemudi dari kecelakaan. Pembelajaran dilakukan secara *hybrid* (dikelas dan diluar kelas) melalui *website T-TAS*. Selama mengerjakan proyek Anda harus mengikuti tahapan pembelajaran berikut ini:

1. Menentukan Proyek

Tahapan ini yang perlu dilakukan diantaranya adalah :

- a. Membentuk kelompok sebanyak 5 peserta didik
- b. Melakukan diskusi bersama guru untuk menentukan proyek yang menurut Anda dapat mensimulasikan gerak lurus berubah beraturan pada contoh kasus yang telah Anda baca. Diskusi dapat dilakukan secara langsung atau dapat dilakukan secara online dengan *website T-TAS*.
- c. Melakukan studi literatur dengan mengumpulkan berbagai literatur untuk menentukan proyek yang sesuai dengan contoh kasus atau prinsip kerja dari contoh kasus yang diberikan.

- d. Literatur yang telah didapatkan oleh peserta didik selanjutnya dikumpulkan di *website* T-TAS.

2. Merencanakan Proyek

Pada tahapan ini, peserta didik bersama kelompoknya berdiskusi untuk merencanakan proyek yang akan dibuat. Rencana proyek ini dikerjakan pada form yang telah disediakan di *website* T-TAS. Pastikan rencana dibuat sejelas mungkin dan sistematis

3. Atur *timeline* pekerjaan

Setelah rencana proyek telah dikumpulkan, tetapkan *timeline* pekerjaan yang telah kelompok Anda sepakati di *website* T-TAS. Saat berhasil menyelesaikan tugas Anda di *timeline*, kumpulkan bukti pengerjaan tugas di *website* tersebut.

4. Tahap Finalisasi Proyek

Pada tahapan, finalisasi yang perlu Anda lakukan antara lain :

- a. Menyelesaikan proyek Anda dan kumpulkan laporan akhir Anda pada *website* T-TAS.
- b. Presentasikan hasil proyek Anda lewat video di menu presentasi di *website* T-TAS.

5. Melakukan Refleksi

Pada tahapan ini Anda akan mengevaluasi kinerja teman di kelompok Anda dan menilai proyek yang telah dikerjakan oleh kelompok lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamy. (n.d.). *An airbag deploying during a crash test Stock Photo* - Alamy.
- Foster, B. (2006). *Terpadu Fisika SMA Kelas X Semester 1*. Erlangga.
- Hidayati, A., & Hendrati, L. Y. (2017). Analisis Resiko Kecelakaan Lalu Lintas Berdasar Pengetahuan, Penggunaan Jalur, dan Kecepatan Berkendara. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 4(2), 275.
- Kamajaya. (2007). *Cerdas Belajar Fisika*. PT Grafindo Media Pratama.
<https://books.google.co.id/books?id=ZTIAvbxn4jUC>
- Kent, R. (2003). Air Bag Development and Performance, in Air Bag Development and Performance: New Perspectives from Industry. In *Government and Academia* (Vol. 6, Issue August).
- Nainggolan, I. S. (2014). *Bank Soal Superlengkap FISIKA SMA Kls 1,2,3*. Cmedia.
https://books.google.co.id/books?id=T_ueAwAAQBAJ
- NHTSA. (2024). *Vehicle Air Bags and Injury Prevention*. <https://www.nhtsa.gov/equipment/air-bags#nhtsa-in-action>
- Suprihanto. (2021). *Buku Siswa Fisika SMA/MA Kelas 10*. Gramedia Widiasarana Indonesia.
<https://books.google.co.id/books?id=3zUzEAAAQBAJ>