

## MEKANIKA FISIKA UNTUK GERAK OBJEK 3D BERBASIS *OPENGL* SEBAGAI APLIKASI MEDIA PEMBELAJARAN

Awang Pradana<sup>1</sup>, Arif Fadlullah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan

E-mail : [awang.pradana@borneo.ac.id](mailto:awang.pradana@borneo.ac.id)<sup>1</sup>, [arif.fadl@gmail.com](mailto:arif.fadl@gmail.com)<sup>2</sup>

### Abstrak

Berbagai kejadian dan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari seringkali menggunakan konsep fisika sebagai persamaan untuk melakukan interaksi baik secara alamiah maupun buatan terhadap suatu sistem. Cabang ilmu ini pun telah menjadi mata pelajaran yang telah diajarkan sejak dini baik dari jenjang SD, SMP, SMA/SMK hingga perguruan tinggi. Namun, kadangkala dalam mempelajari fisika ditemui berbagai kendala dan kesulitan manakala memahami fenomena mikroskopis maupun fenomena gerak objek dengan konsep-konsep yang kompleks dan abstrak. Mekanika merupakan bagian dari fisika yang mempelajari tentang segala sesuatu yang berhubungan dengan gerak dan gaya. Dengan memanfaatkan ilmu dari bidang grafika komputer yang berkaitan dengan pembuatan dan manipulasi gambar (visual) secara digital. Oleh karena itu, peneliti mengusulkan untuk merancang aplikasi simulasi yang menitikberatkan pada bentuk objek dan lingkungan interaksi secara tiga dimensi agar detail simulasi dapat terlihat lebih jelas dari berbagai posisi dan arah kamera. Selain itu, juga diusulkan interaksi dua arah pada pengembangan fitur-fitur simulasi, sehingga dapat menghasilkan simulasi yang lebih dinamis. Bahasa pemrograman dan standar API dalam proses pembuatan simulasi ini menggunakan C++ dan OpenGL (Open Graphics Library). Harapannya, semoga simulasi ini dapat menjadi media belajar interaktif yang memudahkan kita dalam memahami, mengerti, dan mampu mengaplikasikan fenomena mekanika fisika yang sering kita temui dalam kehidupan sehari-hari, sesuai dengan konsep topik yang diangkat oleh peneliti.

**Kata Kunci:** Media Pembelajaran, Fisika, Grafika Komputer, *openGL*, Gerak Tumbukan.

### PENDAHULUAN

Materi pada bidang ilmu fisika menyajikan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari struktur materi dan interaksi dalam memahami alam dan kehidupan. Berbagai kejadian dan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari seringkali menyangkut konsep tentang fisika sebagai persamaan untuk melakukan interaksi baik secara alamiah maupun buatan terhadap suatu sistem. Aristoteles mempelajari bahwa zat-zat yang tersusun di bumi berbeda dari zat yang sudah tersusun di langit. Aristoteles juga mempelajari bahwa dinamika merupakan cabang fisika yang berhubungan dengan gerak terutama ditentukan oleh sifat substansi yang bergerak. Kadangkala dalam mempelajari fisika ditemui berbagai kendala dan kesulitan manakala memahami fenomena mikroskopis maupun fenomena gerak objek dengan konsep-konsep yang kompleks dan abstrak. Pada akhir abad kesembilan belas,

beberapa sebagian fisikawan merasa sangat puas, mereka memiliki teori yang menjelaskan semua fenomena fisik dan ada banyak klarifikasi yang harus dilakukan, tampak seperti pekerjaan yang cukup dimana mekanismenya dengan memasukkan angka dan perhitungan pada kalkulator sampai hasilnya keluar[1]. Penjelasan terkait fenomena ini tidak serta merta bisa diselesaikan dengan menurunkan persamaan secara langsung ke dalam rumus-rumus matematika guna mengerti konsepnya.

Merupakan dasar ilmu untuk mempelajari cara gerak benda dan perubahan yang menjadi penyebabnya, kriteria yang termasuk di dalamnya adalah dinamika, kinematika, momentum serta usaha dan energi. Salah satu pemahaman tentang materi kinematika akan menjadi suatu dasar untuk mempelajarinya contohnya seperti kecepatan, percepatan baik kualitatif-konseptual maupun secara kuantitatif-operasional [2]. Dalam pemahaman materi

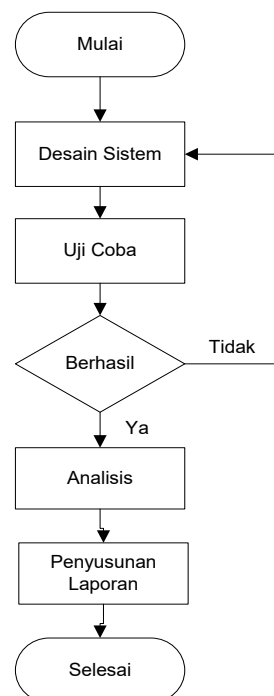
tentang mekanika gerakan objek banyak hal yang sulit dalam memahami konsep mekanika tersebut. Dengan adanya penggunaan media pembelajaran seperti sekarang ini, maka semakin mendorong para peneliti untuk melakukan peningkatan efisiensi pada pengaruh metode pembelajaran[3]. Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi efisiensi dalam pembelajaran pada penelitian ini. Pertama adalah materi tentang konsep gerakan. Kedua adalah efisiensi waktu untuk memahami materi pembelajaran dan efisiensi untuk mengetahui hasil dari gerakan objek tersebut.

Penjelasan terkait fenomena penelitian ini tidak serta merta bisa diselesaikan dengan menurunkan persamaan secara langsung ke dalam rumus-rumus matematika guna mengerti konsepnya. Akan tetapi, dibutuhkan alur, skema atau gambaran yang mampu memvisualisasikan rumus tersebut menjadi simulasi dengan aturan dan parameter dibuat persis sama dengan fenomena sesungguhnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis mengusulkan sebuah rancangan simulasi fenomena mekanika gerak di bidang fisika dengan interaksi secara tiga dimensi agar detail simulasi dapat terlihat lebih jelas dari berbagai posisi dan arah kamera, sehingga dapat menghasilkan simulasi yang lebih dinamis

## METODE PENELITIAN

Grafika komputer merupakan ilmu yang sangat berkaitan dengan gambar dan grafik secara digital, ilmu yang mempelajari bagaimana membuat bentuk sederhana dari gambar yang bersifat 2D ke dalam bentuk 3D [4], dimana proses tersebut tak lepas dari manipulasi gambar, pemrosesan citra dan pengenalan pola. Bahasa pemrograman dan OpenGL adalah lingkup kerja daripada penelitian ini, bahasa pemrograman sendiri adalah sekumpulan sintaks atau kode yang dapat di pahami oleh mesin komputer, bahasa pemrograman yang

digunakan untuk compiler pada penelitian ini adalah bahasa C++ dengan library GLUT agar bisa menjalankan OpenGL. Keunggulan dari OpenGL yang bersifat dapat berjalan pada kebanyakan sistem operasi sehingga selain di windows OpenGL juga dapat di jalankan pada sistem operasi Linux, Mac OS, Symbian dan masih banyak lagi multiplatform yang lain. Hal tersebut dikarenakan standar OpenGL merupakan opensource dan dapat digunakan oleh siapa saja[5]. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini sebagai berikut (1) Bagaimana mengetahui hasil perhitungan untuk gaya dan gerak, direncanakan terbagi dari gerak lurus beraturan, gerak lurus memantul dan gerak tumbukan (2) Bagaimana menerapkan rumus fisika untuk gerak dan gaya kedalam bahasa pemrograman? (3). Pada gambar 1.

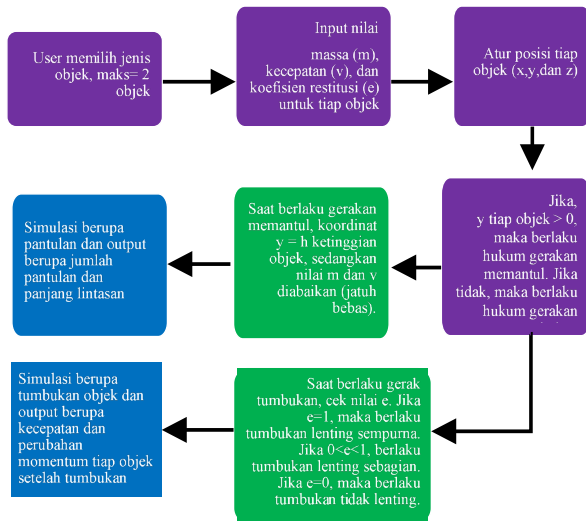


**Gambar 1.** Flowchart proses penelitian.

Merupakan alur dari penelitian ini disajikan pada awalnya dengan desain sistem kemudian ke ranah ujicoba apabila berhasil maka kemudian di analisis dan melakukan penyusunan laporan atau jurnal untuk proses penulisan.

## Rancangan Sistem

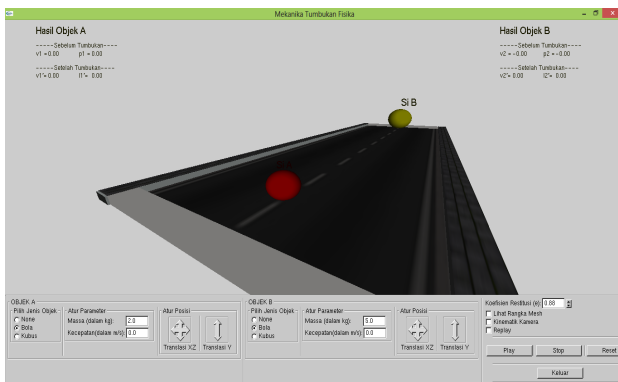
Kemudian pada gambar 2. merupakan penjelasan tentang rancangan sistem aplikasi yang akan dibuat mengimplementasikan usulan digambarkan melalui alur diagram agar mudah dipahami dan penerapan metode penginputan yang diusulkan



Gambar 2. Proses desain rancangan sistem

## Rancangan Antar Muka Aplikasi

Pada sub bab ini merupakan mekanisme komunikasi antar pengguna dan sistem, antarmuka aplikasi dapat menerima dan memberikan informasi kepada pengguna untuk membantu melakukan penelusuran masalah hingga ditemukannya suatu solusi. Dijelaskan pada gambar 3.3 yang merupakan rancangan antarmuka aplikasi pada penelitian ini.



Gambar 3. Rancangan Aplikasi Antar muka

Lingkup perancangan pada proses implementasi algoritma ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Spesifikasi perangkat keras

dan lunak yang digunakan pada penelitian ini ditujukan pada Table 1.

Tabel 1. Lingkup Spesifikasi Perangkat

Lingkup	Spesifikasi	
Perangkat Keras	Processor	AMD A4, 2.0 Ghz
	RAM	4096 MB
	VGA	1024 MB
Perangkat Lunak	Sistem Operasi	Windows 7
	Tools	Visual Studio 2015

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini merupakan hasil penelitian yang disajikan dalam proses pembahasannya dari berbagai persamaan. Dalam suatu proses mekanika ini adalah merupakan bagian dari fisika yang mempelajari tentang segala sesuatu yang berhubungan dengan gerak dan gaya. Dalam rancangan simulasi gerak dan gaya pada penelitian ini terdapat beberapa jenis yaitu :

### Gerak Lurus Beraturan

Gerak lurus beraturan adalah suatu gerak lurus yang mempunyai kecepatan konstan, gerakan ini berbentuk linear dan nilai kecepatannya adalah hasil dari jarak dengan waktu yang ditempuh. Hasil dari gerakan yang lurus membuat konsekuensi tidak dapat dibedakan sehingga besaran nilai dari jarak dan perpindahan sama besar. Rumus gerak lurus beraturan dapat dilihat pada persamaan (1.1)[6].

$$v = \frac{s}{t} \quad (1)$$

Keterangan :

v = kecepatan

s = jarak yang ditempuh

t = waktu tempuh

Pengujian program untuk gerak lurus beraturan. Pada saat menjalankan aplikasi tersebut. Program atau animasi berjalan sesuai dengan pemilihan gerak yang akan dilakukan dan terlihat pada hasil objek A dan objek B perubahan nilai sebelum dan setelah bergerak. Dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Gerak Lurus Beraturan

### Gerak Lurus Tumbukan

Tumbukan lenting sebagian. (tumbukan lenting tidak sempurna) berlaku hukum kekekalan momentum sedangkan hukum kekekalan energi kinetik tidak berlaku[7]. Analisis tumbukan lenting sebagian melibatkan koefisien restitusi ( $e$ ), dengan syarat :  $0 < e < 1$ . Untuk menjelaskan persamaan  $v'$

$$\begin{aligned} m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 &= m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot (v'_1 + (v_1 - v_2) \cdot e) \\ m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 &= m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v_1 \cdot e - m_2 \cdot v_2 \cdot e \\ m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 &= (m_1 + m_2) \cdot v'_1 + m_2 \cdot v_1 \cdot e - m_2 \cdot v_2 \cdot e \\ m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 - m_2 \cdot v_1 \cdot e + m_2 \cdot v_2 \cdot e &= (m_1 + m_2) \cdot v'_1 \\ m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 - m_2 \cdot v_1 \cdot e + m_2 \cdot v_2 \cdot e &= (m_1 + m_2) \cdot v'_1 \\ (m_1 - m_2 \cdot e) \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 \cdot (1 + e) &= (m_1 + m_2) \cdot v'_1 \end{aligned}$$

Sehingga bentuk persamaan 2 sebagai berikut.

$$v'_1 = \frac{m_2 \cdot v_2 \cdot (1 + e) + (m_1 - m_2 \cdot e) \cdot v_1}{(m_1 + m_2)} \quad (2)$$

Mencari Persamaan  $v'_2$ ,

$$\begin{aligned} m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 &= m_1 \cdot (v'_2 - (v_1 - v_2) \cdot e) + m_2 \cdot v'_2 \\ m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 &= m_1 \cdot v'_2 - m_1 \cdot v_1 \cdot e + m_1 \cdot v_2 \cdot e + m_2 \cdot v'_2 \\ m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 &= (m_1 + m_2) \cdot v'_2 - m_1 \cdot v_1 \cdot e + m_1 \cdot v_2 \cdot e \\ m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 + m_1 \cdot v_1 \cdot e - m_1 \cdot v_2 \cdot e &= (m_1 + m_2) \cdot v'_2 \\ m_1 \cdot v_1 \cdot (1 + e) + (m_2 - m_1 \cdot e) \cdot v_2 &= (m_1 + m_2) \cdot v'_2 \end{aligned}$$

Sehingga bentuk persamaan 3 sebagai berikut

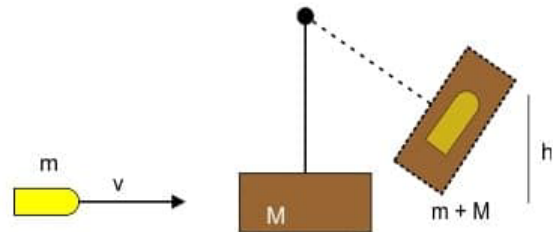
$$v'_2 = \frac{m_1 \cdot v_1 \cdot (1 + e) + (m_2 - m_1 \cdot e) \cdot v_2}{(m_1 + m_2)} \quad (3)$$

Tumbukan lenting sempurna yaitu jika momentum dan energi kinetik masing-masing benda sebelum tumbukan sama dengan

momentum dan energi kinetik masing-masing benda setelah tumbukan. Syarat koefisien restitusi,  $e = 1$ . Dengan demikian, kecepatan kedua benda setelah tumbukan ( $v'_1$  dan  $v'_2$ ) dapat dihitung dengan rumus berikut (substitusi nilai  $e=1$  ke persamaan 2 dan 3):

$$\begin{aligned} v'_1 &= \frac{m_2 \cdot v_2 \cdot 2 + (m_1 - m_2) \cdot v_1}{(m_1 + m_2)} \\ v'_2 &= \frac{m_1 \cdot v_1 \cdot 2 + (m_2 - m_1) \cdot v_2}{(m_1 + m_2)} \end{aligned}$$

Tumbukan tidak lenting sama sekali, sesaat setelah tumbukan kedua benda bersatu dan bergerak bersama dengan kecepatan yang sama. Dengan hanya mengukur massa dan kecepatan sebelum tumbukan, kecepatan benda setelah tumbukan dapat diperhitungkan.

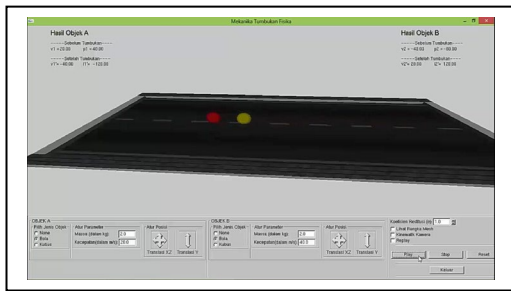


Gambar 5. Contoh Peristiwa Ayunan Balistik

Dalam tumbukan tidak lenting, energi kinetik setelah tumbukan selalu lebih kecil daripada energi kinetik sebelum tumbukan[8]. Syarat koefisien restitusi,  $e = 0$ . Dengan demikian, kecepatan kedua benda setelah tumbukan ( $v'_1$  dan  $v'_2$ ) dapat dihitung dengan rumus berikut substitusi nilai  $e=0$  (ke persamaan 2 dan 3) :

$$\begin{aligned} v'_1 &= \frac{m_2 \cdot v_2 + m_1 \cdot v_1}{(m_1 + m_2)} \\ v'_2 &= \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{(m_1 + m_2)} \end{aligned}$$

Pengujian program untuk gerak tumbukan lenting sempurna. Pada saat menjalankan aplikasi tersebut. Program atau animasi berjalan sesuai dengan pemilihan gerak yang akan dilakukan dan terlihat pada hasil objek A dan objek B perubahan nilai sebelum dan setelah bergerak. Dapat dilihat pada gambar 6.



**Gambar 6.** Gerak Tumbukan Lentingsempurna

Pengujian program untuk gerak tumbukan lentingsebagian. Pada saat menjalankan aplikasi tersebut. Program atau animasi berjalan sesuai dengan pemilihan gerak yang akan dilakukan dan terlihat pada hasil objek A dan objek B perubahan nilai sebelum dan setelah bergerak. Dapat dilihat pada gambar 7.



**Gambar 7.** Gerak Tumbukan Lentingsebagian

**Tabel 2.** Hasil Pengujian

No	Pengujian Gerakan, fungsi, input nilai,	Hasil	
		Berhasil	Tidak Berhasil
1.	Input nilai objek A dan B	√	
2.	Pergerakan Kinematik Kamera	√	
3.	Gerak lurus beraturan	√	
4.	Gerak tumbukan lentingsempurna	√	
5.	Gerak tumbukan lentingsebagian	√	
6.	Hasil perhitungan gerak lurus beraturan pada objek A dan B	√	
7.	Hasil perhitungan Gerak tumbukan	√	

lenting sempurna pada objek A dan B

8. Hasil perhitungan Gerak tumbukan lentingsebagian pada objek A dan B

9. Fungsi tombol play, stop, reset

Pada tabel 2. tersebut merupakan hasil tes pengujian yang valid untuk semua proses dalam program dan sesuai dengan rancangan *use case* yang telah dibuat. Hanya saja perlu penambahan beberapa fitur dan semoga project kedepannya ada beberapa fitur tambahan ataupun animasi pada objek program aplikasi ini.

## KESIMPULAN

Pengujian program menunjukkan hasil yang valid untuk sebagian besar proses animasi dalam menu aplikasi dan telah sesuai dengan rancangan *use case*. Hasil pengujian kompatibilitas aplikasi simulasi mekanika fisika menunjukkan bahwa aplikasi berjalan baik di berbagai macam operating system. Dan hasil pengujian *usabilitas* didapatkan nilai responsif baik pada *user* yang mencoba atau menggunakannya dan *user* menyatakan antarmuka aplikasi simulasi mekanika fisika ini baik dan dapat digunakan dengan mudah oleh *user*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maria Melani Ika Susanti, "Pendalaman materi fisika Modul 5 KB 4 Sejarah Perkembangan Fisika," in *Pendalaman materi fisika*, KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI, 2018.
- [2] H. Hasnawiyah, U. Wahyono, and D. Darsikin, "Pemahaman Konsep Hubungan antara Arah Gaya, Kecepatan dan Percepatan dalam Satu Dimensi pada Mahasiswa Calon Guru Fisika FKIP Universitas Tadulako," *JPFT (Jurnal Pendidik. Fis. Tadulako Online)*, vol. 1,

- p. 43, May 2014, doi: 10.22487/j25805924.2013.v1.i3.2537.
- [3] Supardi, L. Leonard, H. Suhendri, and Rismurdiyati, "Pengaruh Media Pembelajaran dan Minat Belajar Terhadap Hasil Belajar Fisika," *Form. J. Ilm. Pendidik. MIPA*, vol. 2, pp. 71–81, Jan. 2012, doi: 10.30998/formatif.v2i1.86.
- [4] U. D. N. S. Dr. Pulung Nurtantio Andono, S.T., M.Kom., T. Sutojo, S.Si., M. Kom., *Konsep Grafika Komputer.pdf*, Edition I. 2016.
- [5] khronos.org, "What is WEBGL ?," 2000. [https://www.khronos.org/webgl/wiki/Getting\\_Started](https://www.khronos.org/webgl/wiki/Getting_Started).
- [6] wardayacollege, "Kinematika," 2020. <https://www.wardayacollege.com/fisika/kinematika/gerak-lurus/gerak-lurus-beraturan/>.
- [7] Walter Benenson; John W Harris; Horst Stöcker; Holger Lutz, *Handbook of Physics*. New York, NY: Springer, 2007., 2007.
- [8] S. Purwanti and Y. Pramudya, "Penentuan Koefisien Restitusi Tumbukan 2 Bola dengan Video," *Pros. Pertem. Ilm. XXVIII HFI Jateng DIY*, (April), pp. 27–30, 2014.