

Simulasi Prinsip *Iron Dome* Berbasis Matlab Pada Materi Kinematika Gerak

Siti Ayu Kumala^{1*}, Nurhadi¹, Ahmad Jahrudin¹, Didik Nur Huda¹

¹ Universitas Indraprasta PGRI

* E-mail: sitikumala7891@gmail.com

Abstrak

Iron Dome adalah sistem pertahanan yang digunakan dalam perang antar negara. Sistem pertahanan ini menjadi sangat populer ketika invasi Israel ke Gaza pada tahun 2023 yang lalu, padahal teknologi ini sudah diperkenalkan oleh Israel pada tahun 2011. Konsep dalam sistem pertahanan *Iron Dome* adalah mencegah rudal musuh yang masuk ke wilayah pertahanan dengan meluncurkan misil ke arah rudal musuh sehingga pada jarak tertentu rudal hancur sebelum sampai ke wilayah. Prinsip ini sangat menarik sebagai pembelajaran fisika yang kontekstual dengan kehidupan. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat simulasi gerak rudal dan misil dengan prinsip kerja *Iron Dome* berbasis GUI MATLAB. Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu studi pustaka, pembuatan *Graphic User Interface* untuk tampilan MATLAB, pembuatan coding untuk menjalankan GUI, sampai pengujian jalannya program MATLAB yang sudah dibuat. Hasil yang didapatkan adalah sebuah program atau aplikasi berbasis MATLAB untuk simulasi prinsip *Iron Dome*. Dengan dibuatnya simulasi *Iron Dome* ini mahasiswa menjadi lebih tertarik dan lebih mudah memahami konsep kinematika gerak karena sangat kontekstual dengan kehidupan.

Kata kunci: Iron Dome, GUI MATLAB, Kinematika Gerak

Abstract

Iron Dome is a defense system used in wars between countries. This defense system became very popular during Israel's invasion of Gaza in 2023, even though this technology was introduced by Israel in 2011. The concept of the *Iron Dome* defense system is to prevent enemy missiles from entering the defense area by launching missiles at the enemy missiles. so that at a certain distance the missile is destroyed before it reaches the area. This principle is very interesting as a way of learning physics that is contextual to life. The aim of this research is to simulate the motion of missiles and missiles using the *Iron Dome* working principle based on the MATLAB GUI. This research method consists of several stages, namely literature study, creating a *Graphic User Interface* for the MATLAB display, coding to run the GUI, and testing the running of the MATLAB program that has been created. The results obtained are a MATLAB-based program or application for simulating *Iron Dome* principles. By creating the *Iron Dome* simulation, students become more interested and understand the concept of motion kinematics more easily because it is very contextual to life.

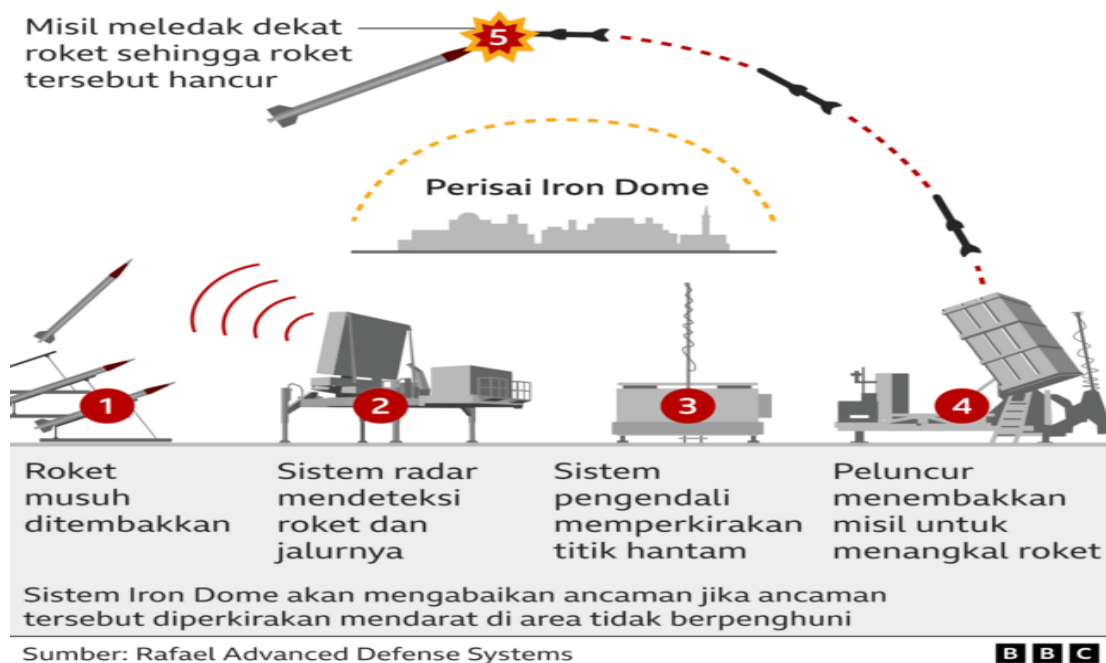
Keywords: Iron Dome, MATLAB GUI, Motion Kinematics

PENDAHULUAN

Salah satu yang termasuk dalam pembelajaran sains adalah pembelajaran fisika. Dalam pembelajaran sains khususnya fisika, peserta didik dituntut tidak hanya memahami teori dan rumus-rumus fisika tetapi juga dapat menerapkan pemahaman fisika dalam kehidupan sehari-hari. Mengkaji fenomena populer dan kekinian juga dapat membuat pembelajaran fisika menjadi semakin menarik. Salah satu kejadian yang sedang banyak dibicarakan adalah invasi Israel ke Palestina. Dalam perang tersebut, selain memakan banyak korban, terdapat salah satu teknologi canggih yang digunakan yaitu kubah besi atau yang lebih terkenal dengan sebutan *Iron Dome*. *Iron Dome* baru banyak dikenal

oleh dunia pada saat invasi Israel ke Palestina tahun 2023, padahal Israel sudah jauh memperkenalkan teknologi tersebut pada tahun 2011.

Iron Dome adalah salah satu teknologi sistem pertahanan yang digunakan dalam peperangan antar negara. Konsep dalam sistem pertahanan *Iron Dome* adalah mencegah rudal musuh yang masuk ke wilayah pertahanan dengan meluncurkan misil ke arah rudal musuh sehingga pada jarak tertentu rudal hancur sebelum sampai ke wilayah. (Fahmi, 2011). Berdasarkan *press release* yang dinyatakan oleh kementerian pertahanan Israel, *Iron Dome* hampir 90% sukses mencegah rudal musuh masuk ke wilayah pertahanannya (Landau & Bermant, 2014). Prinsip kerja pada *Iron Dome* adalah ketika rudal musuh ditembakkan ke wilayah pertahanan, maka sistem radar akan mendeteksi jarak, waktu dan jalur yang akan dilalui oleh rudal. Kemudian sistem pengendali akan memprediksi titik hantam rudal sehingga misil ditembakkan pada titik tersebut untuk meledakkan rudal musuh sebelum masuk ke wilayah pertahanan. (Mada & Santosa, 2023) Gambar 1 di bawah ini menggambarkan sistem kerja dari *Iron Dome*.



Gambar 1. Prinsip Kerja *Iron Dome* (BBC News Indonesia, 2023)

Berdasarkan Gambar 1, sistem *Iron Dome* pada kondisi nyata mencakup sistem radar, pusat komando, dan tiga peluncur yang masing-masing membawa rudal pencegat. Salah satu keuntungan dari sistem ini adalah dapat mengidentifikasi titik hantam yang diantisipasi dari rudal yang mengancam, serta menghitung apakah rudal tersebut akan jatuh pada bangunan atau area penting lainnya sehingga dapat diputuskan apakah rudal tersebut perlu ditangkal dengan misil. (Shapir, 2013) Prinsip kerja inilah yang mendasari peneliti mengembangkan simulasi berbasis MATLAB namun dengan konsep yang lebih sederhana sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika khususnya materi kinematika gerak.

MATLAB adalah singkatan dari MATrix LABoratory suatu perangkat lunak yang menggunakan vektor dan matriks sebagai elemen data utama (Suarga, 2017). MATLAB memiliki fasilitas untuk menampilkan vektor dan matriks sebagai suatu grafik baik dua dimensi maupun tiga dimensi (Doli Nasution et al., 2017) sehingga dapat digunakan sebagai salah satu *software* dalam pembelajaran fisika baik sebagai alat bantu analisis maupun sebagai media pembelajaran fisika (Nurullaeli & Nugraha, 2022).

Kinematika merupakan ilmu fisika tentang gerak tanpa meninjau penyebabnya (Puji Astuti & Mahisha Nugraha, 2023). Salah satu sub bagian dalam materi kinematika gerak adalah gerak parabola. Gerak parabola adalah salah satu konsep paling sederhana untuk menjelaskan gerak rudal. Pada survei

awal ternyata terdapat 63% mahasiswa yang merasa kesulitan saat memahami konsep gerak parabola padahal gerak parabola merupakan konsep gerak yang sering dijumpai dalam praktik kehidupan sehari-hari. Analisis kesulitan memahami konsep gerak parabola ini sudah diteliti dan hasilnya menunjukkan masalah utama adalah mahasiswa kesulitan menggambarkan vektor komponen dalam arah x (horizontal) dan y (vertikal). Kedua, membedakan vektor kecepatan, vektor komponen kecepatan, komponen vektor kecepatan dalam arah x dan y (Karim & Saepuzaman, 2016). Bukan hanya pada konsep gerak parabola, miskonsepsi juga terjadi pada konsep gerak lurus. Penelitian tentang miskonsepsi pada materi kinematika gerak menyatakan bahwa miskonsepsi yang terjadi pada mahasiswa tergolong besar pada semua konsep pada materi gerak lurus dan gerak parabola (Busyairi & Zuhdi, 2020) (Dedy Sutrisno, 2019). Oleh karena itu, media pembelajaran yang dibuat harus kontekstual dengan kehidupan karena sangat berpengaruh dalam pemahaman konsep peserta didik (Oktaviani et al., 2017). Kedua konsep gerak tersebut yaitu gerak lurus dan gerak parabola sangat sesuai untuk diterapkan pada simulasi *Iron Dome*. MATLAB dipilih karena dapat menampilkan grafik dengan baik. Gerakan rudal musuh merupakan penerapan konsep gerak parabola sedangkan gerak misil penghadang rudal merupakan penerapan konsep gerak lurus. Keadaan ini memang bukanlah keadaan yang sebenarnya, hanya saja diharapkan dapat memudahkan mahasiswa atau peserta didik pada umumnya lebih memahami konsep kedua gerak ini melalui program simulasi berbasis MATLAB.

METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini terdapat beberapa langkah yaitu studi literatur, mendesain GUI MATLAB sebagai tampilan yang akan dilihat oleh *user*, memasukkan *coding* berdasarkan rumus gerak parabola dan gerak lurus, mengimplementasikan dalam pembelajaran dan menguji keberhasilan program MATLAB yang telah dibuat. Studi literatur digunakan untuk mempelajari sistem kerja *Iron Dome*, memahami konsep kinematika gerak terutama gerak parabola sebagai gerak rudal dan gerak lurus sebagai gerak misil dalam *Iron Dome*. Setelah referensi yang dikumpulkan cukup, kemudian peneliti mendesain tampilan GUI MATLAB agar sesuai dengan konsep yang akan digambarkan. Gerak rudal dibuat dalam satu panel, dan gerak misil dibuat dalam panel yang berbeda sehingga user dapat membedakan input kedua gerak tersebut. *User* juga dapat menentukan sendiri input kecepatan awal dan sudut yang akan dibentuk oleh rudal. Kemudian terdapat tampilan grafik untuk menggambarkan kedua gerak tersebut, dan bagaimana konsep misil yang menghantam rudal yang bergerak dengan kecepatan tertentu. Selain itu terdapat panel analisis dimana *user* dapat melihat perubahan komponen x dan y yang dihasilkan kedua gerak. Posisi jarak dan ketinggian ketika rudal bertemu dengan misil juga dapat terlihat pada tampilan panel ini. Selanjutnya peneliti mengembangkan dan menyusun *coding* MATLAB untuk gerak rudal dan misil yang telah didesain. Untuk gerakan rudal memenuhi konsep gerak parabola:

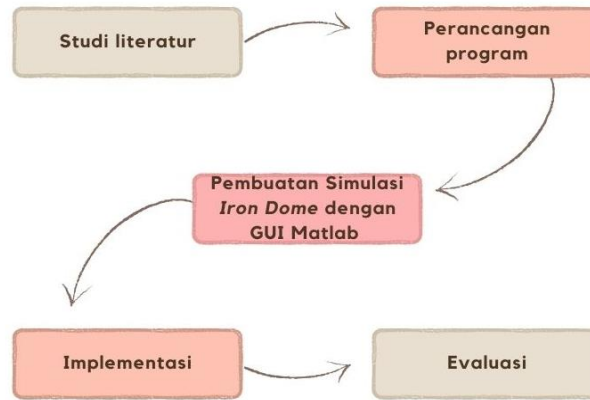
$$x = v_o \cos \theta \cdot t \quad (1)$$

$$y = v_o \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad (2)$$

Sedangkan untuk gerakan misil memenuhi konsep gerak lurus:

$$x = v_o \cdot t \quad (3)$$

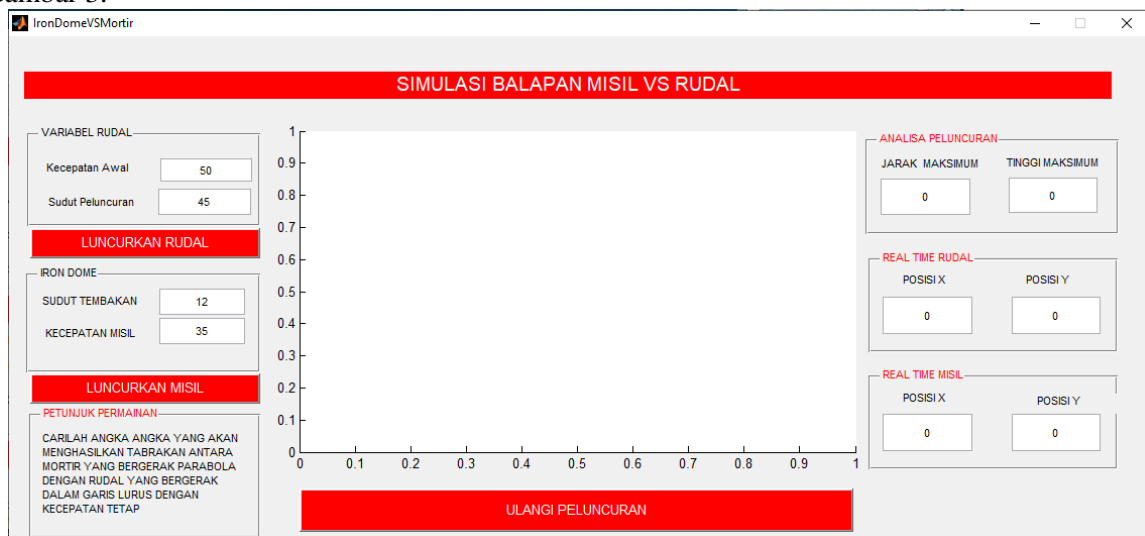
Dari persamaan-persamaan di atas dibuatlah *coding* untuk menjalankan GUI MATLAB yang sudah dibuat, tentu saja dengan penyesuaian tampilan grafik, teks, warna dan lain-lain. Kemudian setelah program yang dibuat selesai, program diuji dan diimplementasikan kepada mahasiswa sebagai media pembelajaran. Kemudian dilakukan evaluasi untuk perbaikan program yang sudah dibuat. Secara umum alur dalam penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

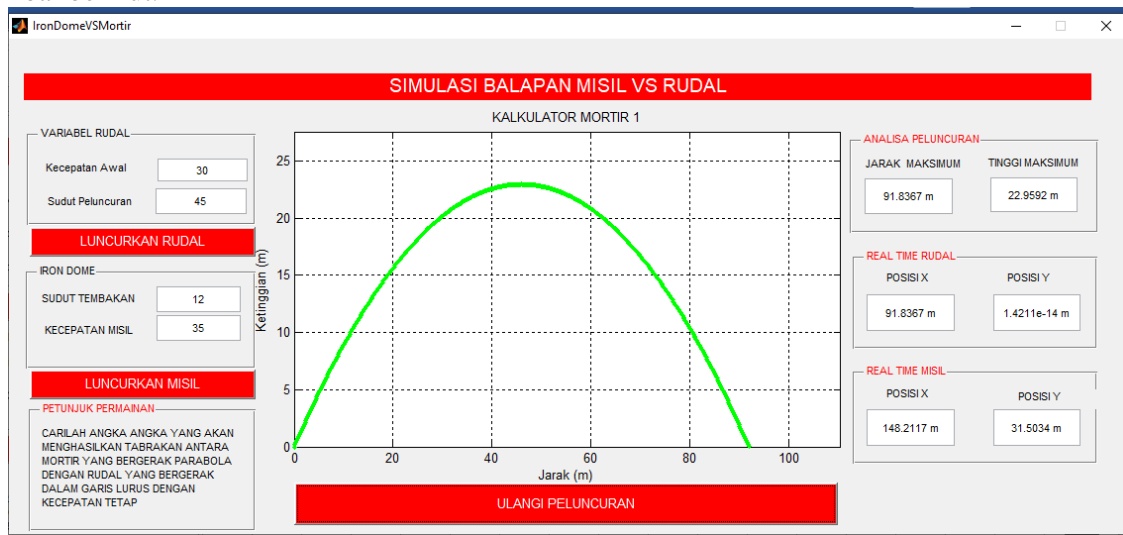
Simulasi *Iron Dome* yang dibuat dengan menggunakan GUI MATLAB. MATLAB yang digunakan dalam penelitian ini adalah MATLAB ®2013 namun user dapat membukanya menggunakan MATLAB dengan versi lebih tinggi atau setara. Program yang dibuat sangat kontekstual dengan apa yang sedang viral saat ini sehingga mahasiswa dapat lebih mudah memahaminya. Selain itu, mahasiswa sebagai *user* dapat mencoba sendiri simulasi yang telah dibuat dengan memasukkan nilai input yang berbeda-beda kemudian dilakukan perhitungan secara manual dan dicocokkan hasilnya dengan perhitungan yang dilakukan oleh MATLAB. Mahasiswa juga dapat menganalisis *coding* sehingga dapat dimodifikasi untuk membuat program lain berbasis MATLAB. Program simulasi ini hanya terdiri dari satu jendela tampilan utama. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan program simulasi Iron Dome berbasis MATLAB

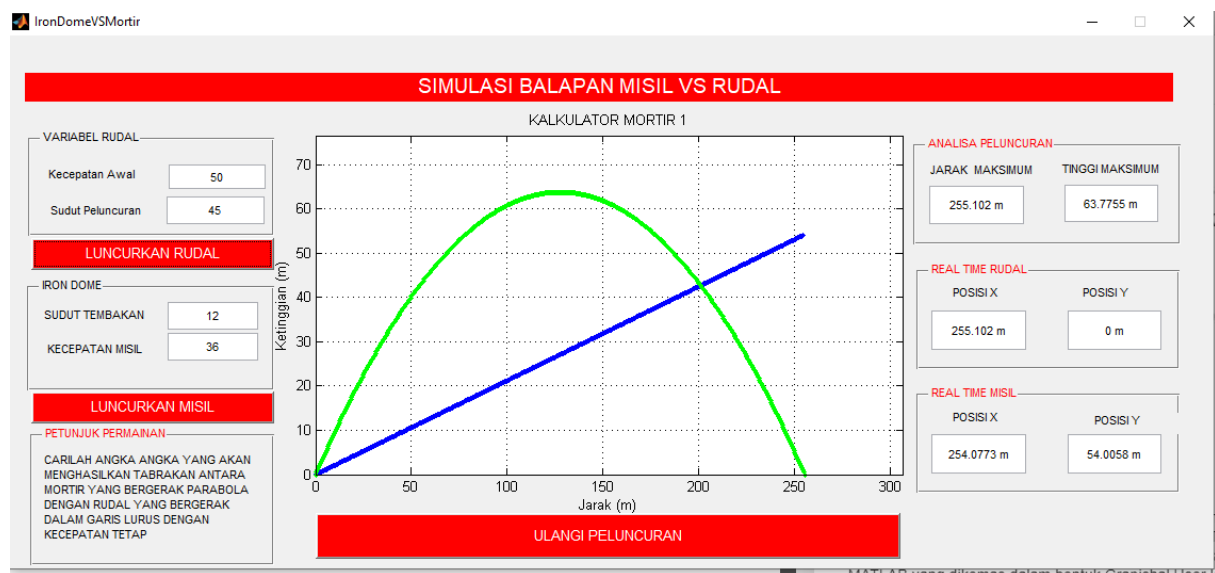
Bagian sebelah kiri adalah panel input yang meliputi variabel rudal dan variabel Iron Dome. Variabel rudal yang dapat diubah adalah kecepatan awal dan sudut peluncuran yang merupakan gerak parabola. Sedangkan variabel misil terdiri dari sudut tembakan dan kecepatan misil. Namun sudut tembakan misil sudah diatur tetap yaitu 12° karena merupakan Gerak Lurus Beraturan (GLB) sehingga sudut hanya mempermudah penggambaran grafik. Bagian tengah adalah tool Axes untuk menampilkan grafik hasil gerak rudal dan misil. Bagian sebelah kanan adalah panel output yang akan memperlihatkan variabel jarak maksimum, tinggi maksimum yang akan dicapai oleh rudal musuh, kemudian variable real time posisi x dan y rudal sehingga dapat ditabrak oleh misil. Ketika user

memilih tombol luncurkan rudal, maka rudal akan meluncur mengikuti gerak parabola seperti pada gambar berikut.



Gambar 4. Hasil tampilan gerak parabola peluncuran rudal

Setelah rudal diluncurkan, maka misil dapat otomatis meluncur ataupun manual kita memilih tombol luncurkan misil. Namun misil hanya bisa diluncurkan ketika rudal sudah diluncurkan. Misil tidak dapat diluncurkan apabila tidak ada rudal yang diluncurkan, ini sesuai dengan konsep Iron Dome yang meluncurkan misil ketika rudal musuh terdeteksi berbahaya untuk daerah yang dilindungi. Ketika misil sudah diluncurkan maka mahasiswa dapat diminta untuk menghitung manual kapan dan di mana rudal akan bertemu dengan misil.



Gambar 5. Hasil tampilan gerak rudal vs misil

Untuk mendapatkan kapan dan di mana rudal dan misil akan bertemu maka mahasiswa diminta melakukan percobaan dengan mengubah variabel input yang ada. Beberapa contoh input dan output yang dihasilkan dapat terlihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil percobaan peluncuran rudal vs misil

No	Variabel rudal		Variabel misil	Posisi saat bertemu	
	Kecepatan awal (m/s)	Sudut peluncuran	Kecepatan misil (m/s)	Posisi x (m)	Posisi y(m)
1	50	45	36	200	42

No	Variabel rudal		Variabel misil	Posisi saat bertemu	
	Kecepatan awal (m/s)	Sudut peluncuran	Kecepatan misil (m/s)	Posisi x (m)	Posisi y (m)
2	42	45	30.12	142.92	28.5

Dari hasil percobaan di atas terdapat beberapa variabel input yang dapat menghasilkan pertemuan antara rudal dan misil. Variasi yang diujikan hanya pada kecepatan awal rudal dan kecepatan misil. Mahasiswa juga dapat menguji variasi sudut peluncuran. Pertemuan rudal dan misil juga dapat dihitung secara manual oleh mahasiswa dengan mensubstitusi nilai pada persamaan posisi gerak parabola dengan persamaan posisi GLB. Dengan begitu mahasiswa dapat mencocokkan hasil yang tertera pada program MATLAB. Mahasiswa mendapatkan pengalaman langsung memahami gerak parabola dan GLB melalui grafik, menghitung persamaan gerak parabola dan GLB serta mencoba berbagai variabel input. Mahasiswa juga memahami konsep kerja radar Iron Dome yang bertugas mendeteksi rudal musuh serta di mana posisi untuk dapat menghantam rudal tersebut dengan misil yang diluncurkan serta berapa kecepatan dan variabel gerak lain untuk menjangkaunya. Pengalaman ini sangat menarik bagi mahasiswa. Hal ini terlihat dari hasil angket feedback yang diberikan kepada mahasiswa setelah selesai melakukan simulasi. Peneliti memberikan lembar angket kepada sebanyak 126 responden mahasiswa. Angket terdiri dari 10 pernyataan tentang simulasi yang telah dilakukan. Mahasiswa menjawab persetujuan pernyataan dengan skala 1 – 5 yang menggambarkan sangat tidak setuju – sangat setuju dengan pernyataan pada angket. Angket ini akan menunjukkan kepuasan mahasiswa terhadap pembelajaran mata kuliah Fisika materi Kinematika Gerak menggunakan Simulasi *Iron Dome* berbasis MATLAB. Beberapa pernyataan yang diisi oleh mahasiswa terlihat dari Tabel 2. berikut:

Tabel 2. Hasil Angket Feedback pembelajaran simulasi Iron Dome

No	Pernyataan	Nilai skala persetujuan (responden)				
		1	2	3	4	5
1	Dengan menggunakan simulasi berbasis MATLAB Saya dapat memahami konsep gerak parabola dengan lebih baik	0	0	0	7	119
2	Dengan menggunakan simulasi berbasis MATLAB Saya dapat memahami konsep GLB dengan lebih baik	0	0	0	9	117
3	Dengan menggunakan simulasi berbasis MATLAB Saya dapat memahami konsep kerja Iron Dome	0	0	0	0	126
4	Dengan menggunakan simulasi berbasis MATLAB Saya lebih termotivasi belajar fisika	0	0	0	6	120
5	Dengan menggunakan simulasi berbasis MATLAB pembelajaran fisika jadi lebih menarik	0	0	0	1	125
6	Simulasi Iron Dome berbasis MATLAB sangat kontekstual dengan kejadian terkini	0	0	0	0	126
7	Saya sangat tertarik untuk mengembangkan program fisika lainnya berbasis MATLAB	0	0	0	12	114
8	Dengan menggunakan simulasi berbasis MATLAB penjelasan Dosen menjadi lebih mudah untuk dipahami	0	0	0	15	111

Dari tabel di atas terlihat kepuasan responden dalam hal ini adalah mahasiswa terhadap pembelajaran menggunakan simulasi Iron Dome berbasis MATLAB, dan sebanyak 90% mahasiswa tertarik untuk mengembangkan program MATLAB mereka sendiri untuk materi fisika yang lain. Hal ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang diterapkan di Unindra untuk mata kuliah Fisika Gerak adalah mahasiswa dapat menggunakan dan membuat program sederhana berbasis MATLAB. Penelitian sebelumnya juga sudah banyak yang menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis

MATLAB dapat meningkatkan minat belajar mahasiswa. Seperti penelitian tentang penggunaan MATLAB sebagai media pembelajaran fisika materi kinematika gerak menunjukkan hasil bahwa 72,35 %, atau sebanyak 49 mahasiswa dari 68 mahasiswa menyatakan suka belajar fisika dengan MATLAB dan sebanyak 48 mahasiswa menyatakan setuju dengan adanya MATLAB mahasiswa menjadi lebih dapat memahami soal fisika (Puji Astuti & T.W, 2020). Simulasi gerak menggunakan MATLAB juga berhasil memberikan inovasi baru dalam pembelajaran kinematika gerak (Rizki et al., 2021).

PENUTUP

Program simulasi Iron Dome berbasis MATLAB yang telah dibuat dapat menggambarkan konsep Iron Dome dengan baik dan juga membuat mahasiswa lebih tertarik belajar materi kinematika gerak terutama gerak Parabola dan Gerak Lurus Beraturan. Mahasiswa dapat mencoba sendiri gerak kedua benda dengan variabel yang mereka tentukan sendiri. Mahasiswa juga lebih memahami konsep kinematika gerak dari perhitungan manual yang dicocokkan dengan hasil simulasi pada MATLAB. Penelitian selanjutnya disarankan agar dapat membuat tampilan lebih menarik seperti menggunakan pemrograman yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- BBC News Indonesia. (2023, November 18). *Iron Dome: Apa itu kubah besi Israel?* BBC News Indonesia.
- Busyairi, A., & Zuhdi, M. (2020). Profil Miskonsepsi Mahasiswa Calon Guru Fisika Ditinjau Dari Berbagai Representasi Pada Materi Gerak Lurus Dan Gerak Parabola. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 6(1), 90–98. <https://doi.org/10.29303/jpft.v6i1.1683>
- Dedy Sutrisno, A. (2019). Survey Pemahaman Konsep dan identifikasi miskonsepsi Siswa SMA pada materi Kinematika Gerak 1*. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*, 4(1), 106–112.
- Doli Nasution, M., Nasution, E., Feri Haryati, dan, Matematika, P., & Muhammadiyah Sumatera Utara, U. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Metode Numerik Dengan Pendekatan Metakognitif Berbantuan Matlab The Development Of Numerical Method Material Teaching Using Metacognitive Assisted Matlab Approach. *Jurnal MOsharafa*, 6(1), 69–80. <http://e-mosharafa.org/index.php/mosharafa>
- Fahmi, M. S. (2011). *Penggelaran Sistem Pertahanan Anti Roket Israel "Iron Dome" (The Deployment of Israel Anti Rocket Defense System "Iron Dome")*. Universitas Jember.
- Karim, S., & Saepuzaman, D. (2016). Analisis Kesulitan Mahasiswa Calon Guru Fisika Dalam Memahami Konsep Gerak Parabola. *Prosiding Seminar Nasional Fisika SNF*, 51–56. <https://doi.org/10.21009/0305010409>
- Landau, E. B., & Bermant, A. (2014). Iron Dome Protection: Missile Defense in Israel's Security Concept. In *The lessons of operation protective edge* (pp. 37–42). <https://www.researchgate.net/publication/322096282>
- Mada, K., & Santosa, I. (2023, November 21). Iron Beam, Andalan Baru Israel Setelah Kegagalan Iron Dome. *KOMPAS*.
- Nurullaeli, & Nugraha, A. N. (2022). Rancang Bangun Game Edukasi Pada Pokok Bahasan Kinematika Berbasis MATLAB. *Navigation Physics : Journal of Physics Education*, 4(2), 111–117.
- Oktaviani, W., Gunawan, & Sutrio. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kontekstual Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, III(1), 1–7.
- Puji Astuti, S., & Mahisha Nugraha, A. (2023). Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbasis Matlab Pada Pokok Bahasan Kinematika. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 7(3).
- Puji Astuti, S., & T.W, A. (2020). Pemanfaatan Software Matrix Laboratory (Matlab) Untuk Meningkatkan Minat Belajar Mahasiswa Dalam Pembelajaran Fisika Kinematika. *Jurnal Pendidikan Berkarakter*, 3(2), 54–57. <https://doi.org/10.31764>

- Rizki, M., Sari, D. Y., Nurdin, H., & Kurniawan, A. (2021). Analisis Kecepatan Mekanisme Engkol Peluncur. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(3), 8481–8887.
- Shapir, Y. S. (2013). Lessons from the Iron Dome. In *Military and Strategic Affairs* / (Vol. 5, Issue 1).
- Suarga. (2017). *Fisika Komputasi Solusi dan Problema Fisika dengan MATLAB* (S. Suyantoro, Ed.). CV ANDI OFFSET.