

---

**Integrasi Simulasi Pembentukan Bayangan pada Cermin Cembung menggunakan  
*Visual Basic For Application Powerpoint* dengan *Nomograf Optik***

**Hasbi Iskandar<sup>1</sup>, Putut Marwoto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Prodi Teknik Informatika, Politeknik Baja Tegal, Indonesia

<sup>2</sup>Prodi Pendidikan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Korespondensi. E-mail: [fisikawan87@gmail.com](mailto:fisikawan87@gmail.com)

---

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan simulasi pembentukan bayangan pada cermin cembung sebagai media pembelajaran Fisika yang digunakan secara mudah dan efektif. Penelitian ini bersifat studi literatur, dengan menggunakan metode komparatif antara hasil simulasi dan hasil analitik. Simulasi dalam penelitian ini dibuat menggunakan aplikasi *Visual Basic for Application Microsoft Powerpoint*, dengan memanfaatkan konsep Fisika dan Matematika, dimana cermin cembung disimulasikan menggunakan persamaan parametrik untuk lingkaran, sedangkan sinar-sinar istimewa disimulasikan menggunakan persamaan garis lurus dengan gradien tertentu. Hasil yang diperoleh dalam simulasi ini sama dengan hasil analitik yang menggunakan media *Nomograf Optik*. Proses pembentukan bayangan pada cermin cembung lebih mudah untuk digambarkan apabila cermin tersebut dianggap sebagai sebuah permukaan datar. Dengan demikian, simulasi ini dapat digunakan dalam proses pembelajaran Fisika. Perbandingan hasil analitik perhitungan jarak bayangan antara media simulasi menggunakan *Visual Basic for Application (VBA)* pada *powerpoint* dengan *Nomograf Optik* tidak jauh berbeda berarti dapat digunakan secara bersama dalam pembelajaran.

**Kata Kunci:** Simulasi, *VBA*, *Powerpoint*, *Nomograf Optik*

---

***Integration Simulation of Shadow Formation in Convex Mirror using Visual Basic For Application Powerpoint with Optical Nomograph***

***Abstract***

*This research aims to produce a simulation of the image formation on a convex mirror as a physics learning medium that is used easily and effectively. This research is a literature study, using a comparative method between simulation results and analytical results. The simulation in this study was made using the Visual Basic for Application Microsoft Powerpoint application, by utilizing the concepts of Physics and Mathematics, where the convex mirror is simulated using parametric equations for circles, while special rays are simulated using a straight line equation with a certain gradient. The results obtained in this simulation are the same as the analytical results using media Optical Nomograph. The process of forming an image on a convex mirror is easier to describe if the mirror is considered a flat surface. Thus, this simulation can be used in the physics learning process. Comparison of the analytical results of the calculation of the image distance between the simulation media using Visual Basic for Application (VBA) on Powerpoint with optical nomographs are not much different, meaning they can be used together in learning.*

**Keywords:** Simulation, *VBA*, *Powerpoint*, *Optical Nomograph*

## PENDAHULUAN

Pelaksanaan kegiatan pendidikan di sekolah menuntut kemajuan teknologi yang harus diikuti, salah satunya penerapan dalam pembelajaran Fisika. Peserta didik merasa bosan dalam mempelajari Fisika, karena metode yang digunakan dalam proses pembelajaran Fisika tidak dapat menarik perhatian mereka (Saleh, 2014). Materi optik geometri merupakan cabang Fisika yang didalamnya mempelajari sifat cahaya menggunakan pendekatan sinar dengan menerapkan prinsip optika geometri. Konsep optik merupakan materi yang relatif sulit dimengerti peserta didik (Tekos, 2012). Selain itu, beberapa sub materi yang dirasa sulit untuk dipahami oleh siswa adalah konsep perambatan cahaya (Chu, 2014), selanjutnya pemantulan dan pembiasan (Aydin, 2012). Berdasarkan beberapa kesulitan tersebut, akan berdampak pada kesulitan dalam menggambar bayangan menggunakan konsep sinar istimewa (Chang, 2015). salah satunya adalah karena kurangnya pemahaman siswa terhadap materi, sehingga akan timbul miskonsepsi dan siswa merasa kesulitan dalam memahami materi optik geometri (Galili, 2014). Peserta didik cenderung menganggap pelajaran Fisika adalah pelajaran yang banyak menghafal rumus. Hal yang menjadi penghalang peserta didik dalam belajar fisika adalah karena lemahnya matematika (Hansson, 2015). Agar pembelajaran Fisika yang dilakukan menjadi bermakna, maka guru harus memiliki pengetahuan yang mendalam tentang apa yang akan diajarkan, dan memiliki kompetensi pedagogik atau kemampuan yang baik dalam mengelola pembelajaran, agar topik tersebut dapat diajarkan dengan cara yang efektif (Kaltakci, 2016).

Media *Nomograf Optik* dapat digunakan untuk menentukan nilai besaran fisis pada cermin dan lensa (Iskandar, 2016). Namun menggunakan metode analitik yang berbasis gambar saja tanpa ada simulasi sinar-sinar istimewa pada cermin. maka membutuhkan

bantuan media lain untuk menjelaskan konsep optika geometri. Salah satu media yang digunakan adalah simulasi menggunakan komputer.

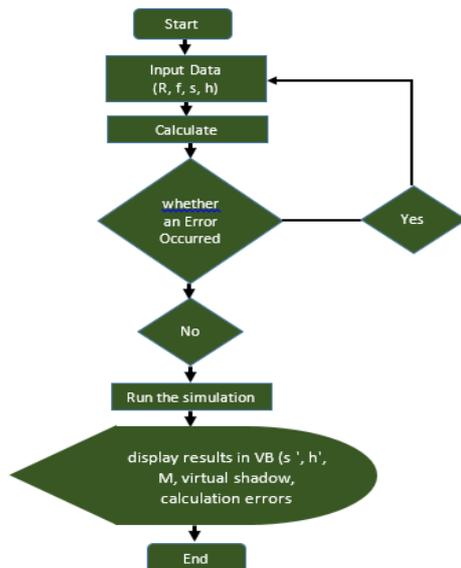
Simulasi komputer berperan penting di dalam mempelajari aspek-aspek yang terkait dengan fenomena-fenomena Fisika yang terjadi (Harwood, 2016). Materi optika geometri misalkan dalam menggambarkan pembentukan bayangan pada cermin lengkung, karena dapat melatih kemampuan peserta didik dalam memprediksi letak pembentukan bayangan, dan dapat menginterpretasi sifat bayangan melalui hasil simulasi yang ditampilkan, membangkitkan minat belajar juga membantu siswa ini untuk menyusun eksperimen, memahami prosedur, memikirkan pengaruh variabel dan berkomunikasi (Falloon, 2017), membiasakan bersikap dan berpikir secara ilmiah juga menambah semangat belajar (Chang, 2018), untuk memotivasi belajar dan mengikuti gaya belajar abad 21 (Calimag, 2014), sebagai simulasi laboratorium digunakan dalam media pembelajaran Science di Sekolah (Astra, 2015), untuk mengevaluasi pembelajaran lebih produktif dan mengurangi biaya pelatihan (Parsazadeh, 2018) dapat beradaptasi dengan pembelajaran kontemporer dan pembelajaran kolaboratif (Jagust, 2019), meningkatkan self-efficacy dan self-regulation juga meningkatkan prestasi belajar (Sun, 2015), mendukung sistem pendidikan jarak jauh (Obiria, 2017).

Tujuan penelitian adalah menghasilkan sebuah simulasi pembentukan bayangan pada cermin cembung dengan menggunakan komputer sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran Fisika secara mudah dan efektif. Simulasi pembentukan bayangan pada cermin cembung yang dibuat dalam artikel ini menggunakan ilmu sains komputasi yang mengkombinasikan sains, komputasi, dan matematika terapan. Ilmu komputasi merupakan bidang ilmu yang seharusnya digunakan lebih sering dalam pendidikan sains, karena menggabungkan penggunaan teknologi

secara intensif dalam disiplin ilmu yang berbeda (Taub, 2014), serta dapat menolong siswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan persoalan Fisika (Neves, 2011). Tujuan yang kedua membandingkan hasil secara analitik pengukuran nilai besaran fisis pada cermin pada aplikasi *Visual Basic for Application* (VBA) dengan media *Nomograf Optik*, sehingga dapat digunakan bersama dua media ini untuk saling berkolaborasi.

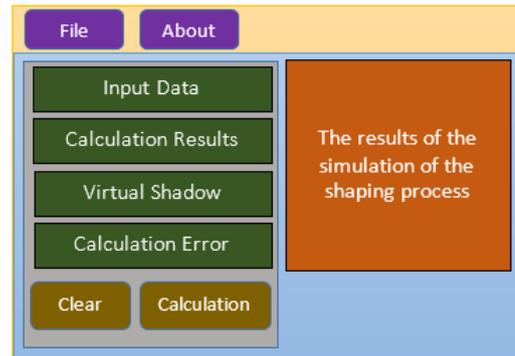
**METODE**

Penelitian ini bersifat studi pustaka, yakni dilaksanakan dengan cara mengkaji artikel dan buku yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini. Sedangkan pembuatan simulasi dilakukan dengan menggunakan *Visual Basic for Application* (VBA) pada *powerpoint*, dengan menggunakan konsep Fisika tentang pembentukan bayangan pada cermin cembung, serta konsep-konsep Matematika yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini dilakukan komparasi antara hasil yang diperoleh dari simulasi dengan hasil yang diperoleh secara analitik menggunakan *Nomograf Optik*. Adapun langkah pembuatan simulasi pembentukan bayangan pada cermin cembung dilakukan dengan menggunakan *flowchart* pada Gambar 1

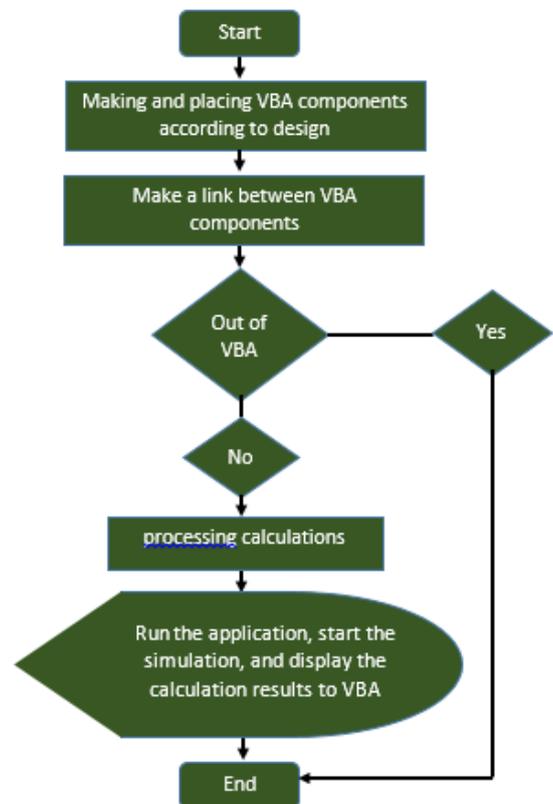


Gambar 1. Alur Pembuatan Simulasi

Sedangkan untuk membuat *Visual Basic for Application* (VBA), didahului dengan pembuatan desain awal bentuk *Visual Basic for Application* (VBA) yang diharapkan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Desain ini kemudian digunakan untuk membuat *Visual Basic for Application* (VBA) pada *powerpoint* sesuai dengan langkah-langkah yang ada pada *flowchart*, seperti pada Gambar 3.



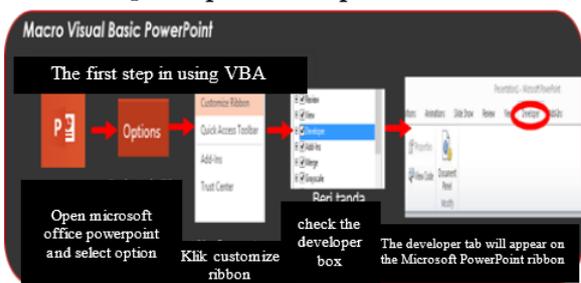
Gambar 2. Desain awal *Visual Basic for Application* (VBA) pada *powerpoint*



Gambar 3. Desain awal *Visual Basic for Application* (VBA) pada *powerpoint*

PowerPoint adalah sebuah tool presentasi milik *Microsoft* yang dapat dikoneksikan dengan proyektor di mana *slide* dapat berganti hanya dengan mengklik satu tombol dan dapat memvisualisasikan teks, gambar, animasi, suara, serta video. Bahkan penambahan fitur *hyperlink* dan *button* pada *PowerPoint* beberapa tahun terakhir ini telah menjadikan *PowerPoint* semakin interaktif (Tipler, 2001). Salah satu kelebihan dari *PowerPoint* milik *Microsoft* ini dapat diintegrasikan dengan beberapa aplikasi *Microsoft* yang lainnya dalam bentuk online maupun offline seperti *one note*, *microsoft excel*, *microsoft word*, *microsoft acces*, *microsoft publisher* dan *Microsoft Teams* yang merupakan LMS (Learning Management System) milik *Microsoft* yang sering digunakan untuk pembelajaran jarak jauh. Maka simulasi menggunakan *PowerPoint* atau secara online dapat menggunakan *google slide* memiliki potensi besar untuk dikembangkan lagi dan diintegrasikan dengan aplikasi yang lainnya.

*Visual Basic for Application* (VBA) merupakan bahasa pemrograman berbasis "object oriented" dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic* yang sudah terintegrasi dengan *Mirosoft Office*. Penggunaan VBA dilakukan dengan menuliskan *script* atau prosedur pada lembar *macro*. *Macro* tersebut biasanya disebut dengan *macro Visual Basic* [22]. Meskipun terintegrasi dengan *Microsoft Office*, VBA secara *default* tidak ditampilkan pada jendela *Microsoft Office*. Untuk dapat menggunakan VBA, terlebih dahulu harus memunculkan *Tab Developer*. *Tab Developer* berisikan menu-menu yang diperlukan dalam membuat *prosedur macro*. Cara menampilkan *Tab Developer* dapat dilihat pada Gambar 4.

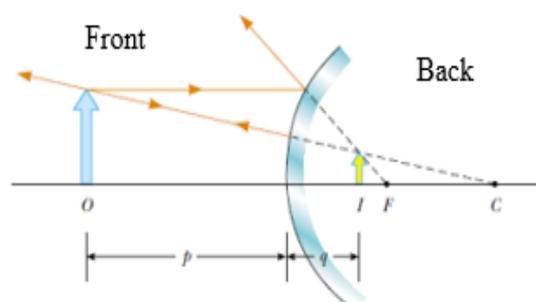


Gambar 4. Cara menampilkan Tab Developer pada pada Microsoft PowerPoint.

Metode yang dilakukan dalam pembuatan program media pembelajaran-interaktif ini diawali dengan pembuatan tampilan awal media, yaitu dengan menggunakan *shape* yang terdapat pada *Microsoft PowerPoint*. Langkah kedua yang dilakukan adalah penyusunan konsep fisika yang berkaitan dengan materi, yaitu pembentukan bayangan pada cermin. Cermin yang dibahas pada media adalah cermin cembung. Cermin cembung bersifat menyebarkan sinar (divergen) dan titik fokusnya berada di belakang cermin sehingga jarak fokus cermin cembung bernilai negatif. Proses pembentukan bayangan pada cermin sferis (lengkung) menggunakan pendekatan paraksial, yaitu dengan menganggap sinar-sinar yang digunakan adalah sinar paraksial. Sinar paraksial merupakan sinar yang dekat dengan sumbu utama cermin, sejajar sumbu utama dan berpotongan pada sumbu utama dengan sudut yang kecil. Berdasarkan pendekatan paraksial dan hukum pemantulan cahaya, maka diperoleh sinar-sinar istimewa yang dapat melukiskan pembentukan bayangan pada cermin sferis, yaitu:

1. Sinar yang datang sejajar dengan sumbu utama dipantulkan melalui titik fokus.
2. Sinar yang datang melalui titik fokus dipantulkan sejajar dengan sumbu utama.
3. Sinar yang datang melalui titik pusat dipantulkan melalui titik itu lagi.

Proses pembentukan bayangan pada cermin cembung dapat dilihat pada Gambar 5 (Serway, 2012).



Gambar 5. Pembentukan bayangan pada cermin cembung

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$$

Sementara persamaan perbesaran bayangan pada cermin datar, cermin cembung dapat dituliskan dengan:

$$M = \frac{h'}{h} = \frac{-q}{p}$$

Dimana:

$f$  = jarak fokus cermin

$p$  = jarak benda

$q$  = jarak bayangan

$M$  = perbesaran bayangan

$h'$  = tinggi bayangan

$h$  = tinggi benda

Setelah konsep fisika tersusun, selanjutnya membuat *hyperlink* pada media untuk memudahkan siswa membuka menu-menu yang telah disediakan. Langkah terakhir yang dilakukan dalam pembuatan media adalah membuat prosedur pada *macro Visual Basic* yang terdapat pada *Microsoft PowerPoint*. Prosedur ini berfungsi untuk mengaktifkan perintah yang diinginkan ketika menjalankan program. Perintah tersebut juga digunakan untuk menampilkan simulasi proses pembentukan bayangan pada cermin. Seperti gambar 6

```
Private Sub CommandButton2_Click()
    y = (TextBox1.Value * TextBox5.Value)
    x = -TextBox5.Value - TextBox1.Value
    TextBox3 = y / x
    TextBox3 = Round(TextBox3.Value, (3))
    TextBox10 = -(TextBox3.Value) / TextBox1.Value
    TextBox10 = Round(TextBox10.Value, (3))
    TextBox4 = TextBox10.Value * TextBox2.Value
    TextBox4 = Round(TextBox4.Value, (3))

    If TextBox3.Value > 0 Then
        TextBox7 = "nyata"
        TextBox8 = "terbalik"
    Else
        TextBox7 = "maya"
        TextBox8 = "tegak"
    End If

    If TextBox10.Value > 1 Then
        TextBox9 = "diperbesar"
    Else
        If TextBox10.Value = 1 Then
            TextBox9 = "sama besar dengan benda"
        Else
            TextBox9 = "diperkecil"
        End If
    End If
End Sub

With ActivePresentation.Slides(8)
    'bayangan maya
```

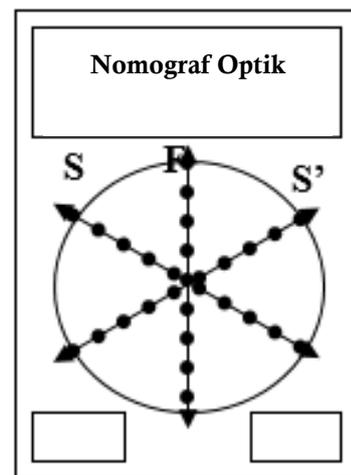
Gambar 6. Salah satu prosedur macro pada media

Dasar pembuatan media *Nomograf Optik* berasal dari konsep geometri datar. Konsep geometri datar terdapat pembahasan mengenai garis istimewa dalam segitiga [24]. Kata *Nomograf* berasal dari kata Yunani, *Nomos* yang berarti hukum, dan *graphein* yang berarti menulis. Sedangkan kata *Optik* diperoleh karena media untuk menentukan besaran-besaran yang belum diketahui di dalam *Optika Geometri*. Adapun langkah-langkah dalam proses desain media *Nomograf Optik* adalah sebagai berikut :

a. Papan *Nomograf Optik*

Papan *Nomograf Optik* merupakan bidang segiempat dua dimensi dengan panjang 28 cm dan lebar 20 cm, yang digunakan untuk menggambar *Nomograf*. Papan ini terbuat dari kertas A4 yang ditempelkan pada *stereofom*, kemudian pada bagian kertas A4 dilukis koordinat *Nomograf* berupa tiga garis berskala. Nilai satuan terkecil pada koordinat adalah 0.5 cm. Tiga garis tersebut saling silang dan membagi lingkaran dengan sudut 60 derajat dengan perpotongan tiga garis tadi berada di pusat lingkaran. Desain gambar *Nomograf Optik* pada gambar 7

Adapun gambar desainnya adalah sebagai berikut.



Gambar 7. Desain *Nomograf Optik*

b. Jarum Posisi

Jarum posisi merupakan jarum pentul yang digunakan untuk memberi tanda pada papan *Nomograf Optik* nilai dari jarak

bayangan, jarak benda maupun jarak fokus, baik yang telah diketahui nilainya maupun yang akan dicari nilainya. Tiga buah jarum posisi digunakan untuk menentukan letak koordinat. Salah satu jarum posisi dilengkapi dengan benang berwarna yang kontras terhadap papan *Nomograf*. Fungsi dari benang ini untuk menarik garis lurus dari jarum posisi yang satu ke jarum posisi yang lain.

c. Legenda

Pada sisi sebelah pojok bawah (kanan maupun kiri) *Nomograf Optik* diberi legenda untuk memperjelas prinsip penentuan jarak benda, jarak bayangan, maupun jarak fokusnya. Adapun legenda *Nomograf Optik* adalah sebagai berikut.

Legenda Untuk Cermin

CERMIN	
F positif	Cermin cekung
F negatif	Cermin cembung
S positif	Benda nyata
S negatif	Benda maya
S' positif	Bayangan nyata
S' negatif	Bayangan maya
M (perbesaran)	s'/s
Rumus fokus	1/f = 1/s + 1/s'

Legenda Untuk Lensa

LENSA	
F positif	Lensa cembung
F negatif	Lensa cekung
S positif	Benda nyata
S negatif	Benda maya
S' positif	Bayangan nyata
S' negatif	Bayangan maya
M (perbesaran)	s'/s
Rumus fokus	1/f = 1/s + 1/s'

d. Kertas Ukuran A4

Kertas Ukuran A4 digunakan untuk menggambar *Nomograf Optik*.

e. Penggaris

Penggaris dengan panjang 30 cm digunakan untuk mengukur jarak benda, jarak fokus, dan jarak bayangan.

f. Solatif Kertas

Solatif kertas digunakan untuk melekatkan papan *Nomograf Optik* pada stereofom

g. Benang Nilon

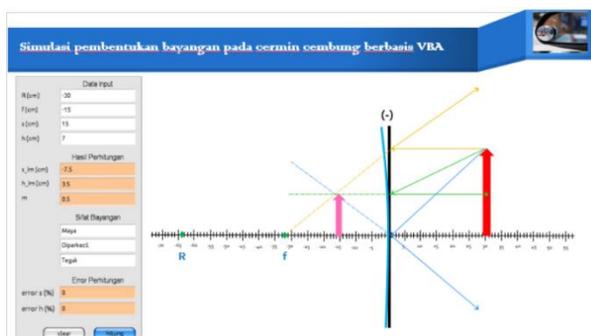
Benang nilon digunakan untuk menghubungkan dua jarum posisi yang sudah ditentukan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Simulasi dengan menggunakan komputer merupakan penerapan dari sebuah model yang dapat memungkinkan kita untuk menguji suatu model dengan kondisi awal yang berbeda yang bertujuan untuk mempelajari model tersebut (Christian, 2017). Hal ini cukup membantu pengajar Fisika, karena tidak semua eksperimen dapat dilakukan dalam laboratorium sungguhan dengan alasan eksperimen tersebut tidak memungkinkan untuk dilakukan, terlalu berbahaya, atau membutuhkan waktu yang cukup lama (Kroothkaew, 2013). Selain itu, dengan perkembangan kreativitas dan inovasi maka kemampuan pemodelan ilmiah menjadi sangat penting dalam proses pembelajaran sains (Liu, 2017). Dalam penelitian ini, simulasi tersebut ditampilkan dalam sebuah slide. Media ini sendiri dapat berfungsi sebagai sumber belajar informal yang dapat digunakan dengan mudah oleh guru dan siswa dalam mempelajari fenomena Fisika, baik siswa maupun guru dapat mengubah parameter-parameter Fisika pada slide sesuai dengan kebutuhan (Rivera, 2015).

Tampilan slide yang berbasis VBA yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 9. Pada slide yang berbasis VBA ini juga terdapat beberapa *textbox* yang digunakan untuk menampilkan data perhitungan, hasil perhitungan, sifat bayangan, dan *error* perhitungan. VBA ini juga dilengkapi dengan *button clear* yang berfungsi untuk menghapus hasil perhitungan sebelumnya, sedangkan *button hitung* digunakan untuk menjalankan

proses simulasi. Jika tombol *hitung* diklik, maka proses simulasi akan dimulai, seperti ditunjukkan pada Gambar 9. Pada simulasi ini, sinar-sinar nyata digambarkan dengan menggunakan garis lurus, sedangkan sinar-sinar maya dan bayangan yang terbentuk di belakang cermin cembung digambarkan dengan menggunakan garis putus-putus. Bayangan benda yang terbentuk digambarkan pada perpotongan antara kedua sinar istimewa tersebut. Dalam artikel ini akan ditampilkan hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan radius kelengkungan cermin cembung sebesar -30 cm, sehingga akan memiliki fokus sebesar -15 cm. Tanda negatif tersebut dikarenakan letak fokus cermin berada di belakang cermin dan di depan. cermin tersebut diletakkan benda yang memiliki tinggi 7 cm pada jarak 15 cm. Untuk memudahkan pembuatan simulasi, maka dibuatkan fungsi khusus untuk melakukan perhitungan terhadap seperti pada Gambar 8



**Gambar 8. Hasil Simulasi Proses Pembentukan Bayangan pada Cermin Cembung**

Terlihat dari Gambar 8 bahwa hasil dari simulasi ini adalah bayangan benda terletak pada jarak 7,5 cm di belakang cermin, dengan tinggi bayangan 3,5 cm dan perbesaran 0,5. Dengan demikian bayangan yang dihasilkan bersifat maya, diperkecil, dan tegak.

Selain itu, hasil simulasi tersebut dibandingkan dengan hasil perhitungan analitik. Gambar 8 memperlihatkan bahwa hasil simulasi tidak berbeda dengan hasil analitik, sehingga *error* perhitungan untuk jarak

bayangan dan tinggi bayangan adalah 0%. Hasil ini menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh secara geometri (dari hasil simulasi) harus bersesuaian dengan hasil yang diperoleh secara analitik. Hasil perhitungan yang diperoleh dari simulasi ini sekaligus membuktikan pernyataan bahwa diagram sinar yang digunakan untuk menggambarkan pembentukan bayangan pada cermin lengkung akan lebih mudah untuk dilakukan jika permukaan lengkung tersebut digantikan dengan sebuah permukaan datar (Tipler, 2001).

```

Private Sub CommandButton1_Click()
'ReSET SEMUA SINAR ISTIMEWA
Application.Run ("ResetAllSinarIstimewa3")

'HITUNG JARAK DAN TINGGI BAYANGAN
Set bayanganPoint = ActivePresentation.Slides(3).Shapes("Diamond 109")
Set bayanganPoint2 = ActivePresentation.Slides(3).Shapes("Diamond 82")
Set bayanganPoint3 = ActivePresentation.Slides(3).Shapes("Diamond 83")
Set bayanganPoint4 = ActivePresentation.Slides(3).Shapes("Diamond 266")

JarakFokus = ActivePresentation.Slides(3).Shapes("Diamond 23").Left
JarakBenda = ActivePresentation.Slides(3).Shapes("Arrow: Up 26").Left

s = (JarakBenda - 400) / 5
f = -(JarakFokus - 400) / 5

If Abs((s - f) > 0 Then
    JarakBayangan = f * s / (s - f)

'MENGATASI BUG SAAT BAYANGAN SANGAT JAUH
If Abs((JarakBayangan * 5 + 400) < 1400 Then
    'Normal
    
```

**Gambar 9. Fungsi untuk Menggambarkan Cermin Cembung di VBA**

Agar simulasi pembentukan bayangan pada cermin cembung dapat berjalan dengan baik, maka pengguna aplikasi ini perlu memastikan bahwa data-data yang akan disimulasikan sudah diinput dengan benar. Apabila masih terdapat data input yang tidak terisi, maka akan muncul contoh pesan seperti pada Gambar 10.



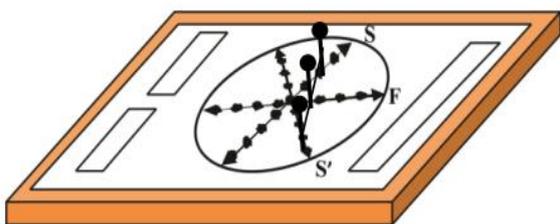
**Gambar 10. Contoh pesan yang muncul apabila data yang diinputkan belum lengkap**

Media pembelajaran simulasi ini divalidasi oleh tiga orang ahli media pembelajaran dengan menggunakan kuesioner yang terkait dengan tampilan dan pemrograman, dan terdiri dari 16 pertanyaan yang mencakup aspek efisiensi media, fungsi tombol, kualitas fisik, kualitas

grafik, dan kualitas tombol. Penilaian dilakukan menggunakan skala likert.

Hasil validasi aplikasi diperoleh: persentasi skor rata-rata keseluruhan validasi oleh ahli media sebesar 88,44% (sangat baik), oleh ahli materi Fisika sebesar 91,30% (sangat baik), dan respon pengguna sebesar 93,92% (sangat baik). Dengan demikian simulasi ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran Fisika (Kattayat, 2016).

Desain prototype dan pengembangan media *Nomograf Optik* dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12. Guru lebih berpegang teguh pada media pembelajaran tradisional yang dicetak (Belova, 2015). Media pembelajaran yang dibuat guru yaitu murah dan efisien dapat berupa media pembelajaran yang dicetak atau digambar. Media ini sederhana dan mudah dibuat, selain itu biaya yang digunakan dalam pembuatannya relatif murah. (Frey, 2010) berpendapat bahwa media pembelajaran yang baik adalah dapat memberikan otentik, aman, hemat biaya.



Gambar 11. Prototype media *Nomograf Optik*

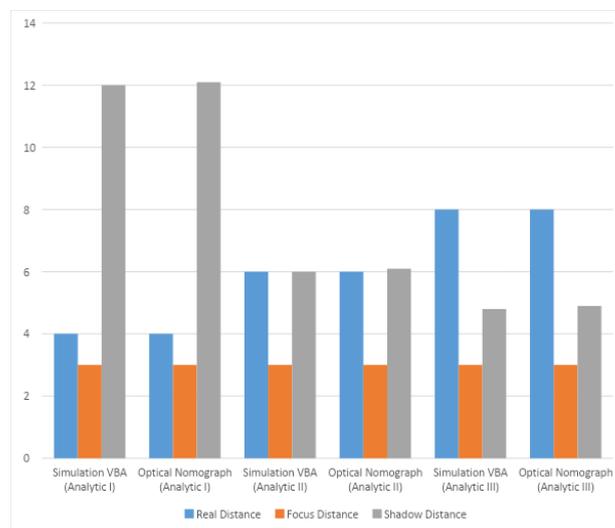


Gambar 12. Desain pengembangan media *Nomograf Optik*

Media pembelajaran simulasi ini divalidasi oleh dua orang dosen perguruan tinggi, dan seorang guru fisika senior yang ahli dalam media pembelajaran. hasil validasi pengembangan

media *Nomograf Optik* direkap dan memberikan hasil sangat baik dengan pencapaian 87,5 %.

Perbandingan hasil analitik perhitungan jarak bayangan antara media simulasi menggunakan *Visual Basic for Application (VBA)* pada *powerpoint* dengan *Nomograf Optik* tidak jauh berbeda. Seperti yang ditunjukkan gambar 14 dengan variasi nilai besaran jarak fokus dan jarak benda yang dibuat sama menghasilkan jarak bayangan yang sama antara simulasi menggunakan *Visual Basic for Application (VBA)* pada *powerpoint* dengan *Nomograf Optik*. berarti dapat digunakan secara bersama dalam pembelajaran.



Gambar 13. Perbandingan hasil analitik perhitungan jarak bayangan antara media simulasi menggunakan *Visual Basic for Application (VBA)* pada *powerpoint* dengan *Nomograf Optik*

### KESIMPULAN

Simulasi pembentukan bayangan pada cermin cembung menggunakan *Visual Basic for Application (VBA)* pada *powerpoint* dapat berjalan baik selain menampilkan simulasi jalannya sinar istimewa juga jarak bayangan, sifat bayangan dan error perhitungannya. Hasil yang diperoleh dalam simulasi ini sama dengan hasil analitik. Dari hasil validasi aplikasi diperoleh: persentasi skor rata-rata keseluruhan validasi oleh ahli media sebesar 88,44% (sangat baik), oleh ahli materi Fisika sebesar 91,30% (sangat baik), dan respon pengguna sebesar 93,92% (sangat

baik). Dengan demikian simulasi ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran Fisika. Sedangkan hasil validasi pengembangan media *Nomograf Optik* direkap dan memberikan hasil sangat baik dengan pencapaian 87,5 %. Perbandingan hasil analitik perhitungan jarak bayangan antara media simulasi menggunakan *Visual Basic for Application* (VBA) pada *powerpoint* dengan *Nomograf Optik* tidak jauh berbeda, berarti dapat digunakan secara bersama dalam pembelajaran.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Astra, IM, Nasbey, H., & Nugraha, A., (2015). Development of an Android Application in the Form of a Simulation Lab as Learning Media for Senior High School Students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 11 (5), 1081-1088.
- Aydin, S., Keleş, PU, & Haşiloğlu, MA (2012). Establishment for Misconceptions that Science Teacher Candidates have about Geometric Optics. *International Journal of New Horizon in Education*, 2 (3): 7-15.
- Belova, N. & Eilks, I. 2015. German Teachers' Views on Promoting Scientific Media Literacy Using Advertising in the Science Classroom. *International Journal of Springer Science and Education*. 42 (1): 51–74.
- Calimag, JV, Miguel, PAG, Conde, RS, & Aquino, LB (2014). Ubiquitous Learning Environment Using Android Mobile Application. *International Journal of Research in Engineering & Technology*. 2: 119-128.
- Chang, HP, Hsu, YS, Wu, HK, & Tsai, CC (2018). Students' development of socio-scientific reasoning in a mobile augmented reality learning environment. *International Journal of Science Education*. 102 (5), 1129-1149.
- Chang, HP, Chen, JY, Guo, CJ, Chen, CC, Chang, CY, Lin, SH, Su, WJ, Other, KD, Hsu, SY, Lin, JL, Chen, CC, Cheng, YT, Wang, LS, & Tseng, YT (2015). Primary and Secondary Investigating Students' Learning of Physics Concepts in Taiwan. *International Journal of Science Education*. 29 (4): 465-482.
- Chu, H., E & DF Treagust. (2014). Secondary Students' Stable and Unstable Optics Conceptions Using Contextualized Question. *Journal of Sci Edu Technol*, 23: 238-251.
- Christian W and Esquembre F. Modeling Physics with Easy Java Simulations. *The Physics Teacher*. 2017; 45 (8): 475-480.
- David M. Marcovitz, "Powerful PowerPoint for Educators Using Visual Basic for Applications to Make PowerPoint Interactive", Santa Barbara - California, Second Edition, 2012, p. 34-35.
- Daniel C. Alexander, GERALYN M. KOEBERLEIN, "Elementary Geometry for College Students", Cengage Learning, 2014, p. 345-348.
- Falloon, G., (2017). Mobile Devices and Apps as Scaffolds to Science Learning in the Primary Classroom. *International Journal of Educational Science Technology*. 26: 613–628.
- Frey, BA & Sutton, JM 2010. a Model for Developing Multimedia Learning Projects, MERLOT. *Journal of Online Learning and Teaching*. 6 (2), 491 - 507.
- Galili, I. (2014). Students' conceptual change in geometrical optics. *International Journal of Science Education*. 18 (7): 847-868.
- Hansson, L., Hansson, O., Juter, K., Redfors, A. (2015). Reality - Theoretical Models - Mathematics: a Ternary Perspective on Physics Lessons in Upper-Secondary School. *International Journal of Springer Science and Education*. 24: 615–644.
- Harwood, Adrian RG, Alistair J. Revell. (2016). Parallelisation of an interactive lattice-Boltzmann method on an

- Android-powered mobile device. *International Journal of Advances in Engineering Software*. 104 (2017) 38–50.
- Iskandar, H. 2016. Validation of Optical Nomographs as a Medium for Calculating the Physical Quantities of Mirrors and Lenses. *Journal of Innovative Science Education* 5 (2): 121–127.
- Jagust, T., & Botički, I., (2019). Mobile learning system for enabling collaborative and adaptive pedagogies with modular digital learning contents. *International Journal of Cumputer Education*. 3: 335-362.
- Kattayat S, Josey S, and Asha JV. The Relationship between Simulation Assisted Instruction and Attitude towards Physics of Adolescent Students. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*. 2016; 22 (1): 32-38.
- Kaltakci-Gurel D, Eryilmaz A, and McDermott LC. Identifying Pre-Service Physics Teachers' Misconceptions and Conceptual Difficulties about Geometrical Optics. *European Journal of Physics*. 2016; 37 (4): 045705.
- Kroothkaew S and Srisawasdi N. Teaching How Light Can Be Refracted Using Simulation-Based Inquiry with A Dual Situated Learning Model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2013; 93: 2023-2027.
- Liu CY, Wu CJ, Wong WK, Lien YW, and Chao TK. Scientific Modeling with Mobile Devices in High School Physics Labs. *Computers & Education*. 2017; 105: 44-56.
- Neves RG, Silva JC, and Teodoro VD. *Improving Learning in Science and Mathematics with Exploratory and Interactive Computational Modeling*. In *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modeling*. Springer: Dordrecht; 2011.
- Obiria, PB, & Kimwele, MW, (2017). A location-based privacy-preserving m-learning model to enhance distance education in Kenya. *International Journal of Computer Education*. 4: 147–169.
- Parsazadeh, N., Ali, R., Rezaei, M., Tehrani, RZ, (2018). The construction and validation of a usability evaluation survey for mobile learning environments. *International Journal Studies in Educational Evaluation*, 58: 97-111.
- Rivera-Ortega U and Dirckx J. Visualizing The Phenomena of Wave Interference, Phase Shifting and Polarization by Interactive Computer Simulations. *European Journal of Physics*. 2015; 36(5): 055016.
- Sahin S. Computer Simulations in Science Education: Implications for Distance Education. *Turkish Online Journal of Distance Education*. 2006; 7(4): 1-13.
- Saleh S. Malaysian Students' Motivation Towards Physics Learning. *European Journal of Science and Mathematics Education*. 2014; 2(4): 223-232.
- Serway RA and Jewett JW, "Physics for Scientists and Engineers", James Madison University-California State Polytechnic University, 2012, p. 1094-1150.
- Sun, JCY, Chang, KY, & Chen, YH, (2015). GPS sensor-based mobile learning for English: an exploratory study on self-efficacy, self-regulation and student achievement. *Research and Practice in Techology Enhanced Learning*. 10: 23.
- Taub R, Armoni M, Ben-Ari MM. The Effect of Computer Science and Active Simulation Design on Physics Learning. *Proceedings of the 9th Chais Conference for the Study of Innovation and Learning Technologies: Learning in the Technological Era*. The Open University of Israel. 2014; 94-99.

Tekos, G. & Solomonidou, C. 2012. Constructivist Learning and Teaching of Optics. Concepts Using ICT Tools in Greek Primary School: a Pilot Study. *International Journal of Educational Science Technology*. 18: 415–428.

Tipler, P A. *Physics for Science and Engineering, Volume 2*. Jakarta: Erlangga; 2001.