

MODUL PRAKTIKUM MANDIRI PEMBIASAN CAHAYA

A. Tujuan Pembelajaran

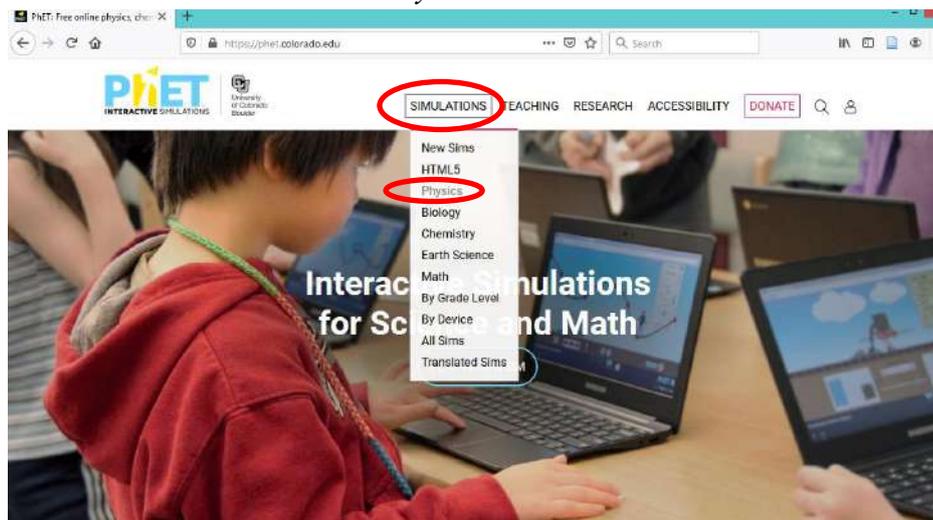
Siswa dapat menyelidiki Hukum Snellius untuk Pembiasan Cahaya

B. Media Pembelajaran

Simulasi PhET “*Bending Light 1.1.20*”

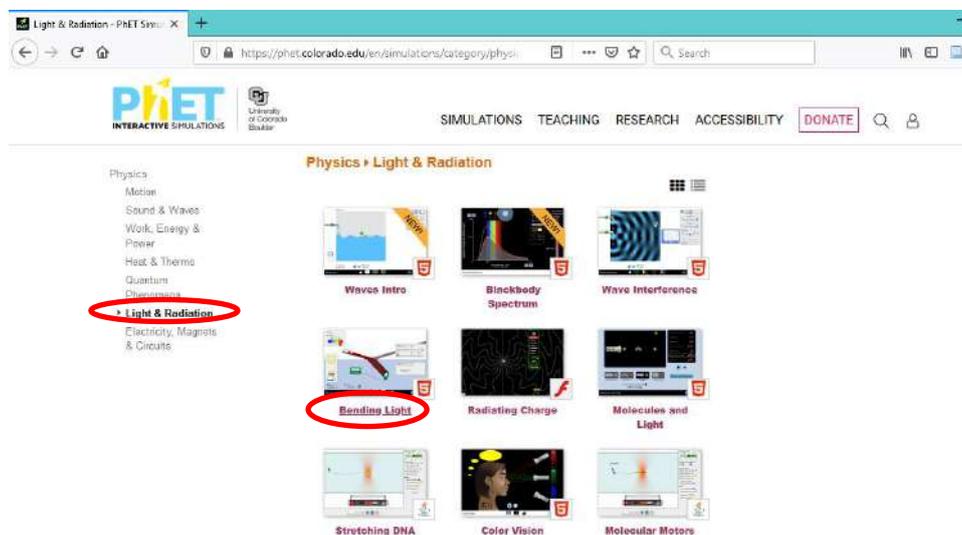
C. Langkah Meng-install Program

1. Masuk ke website <https://phet.colorado.edu/>
2. Pilih “*Simulations*” lalu klik “*Physics*”



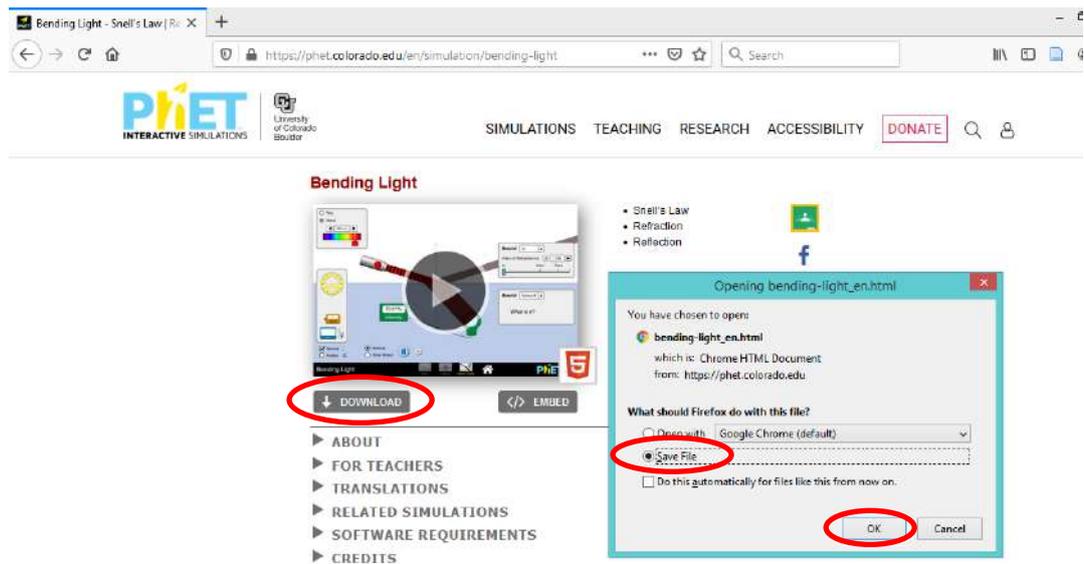
Gambar 1. Halaman beranda simulasi PhET.

3. Pilih “*Light and Radiation*” lalu klik “*Bending Light*”



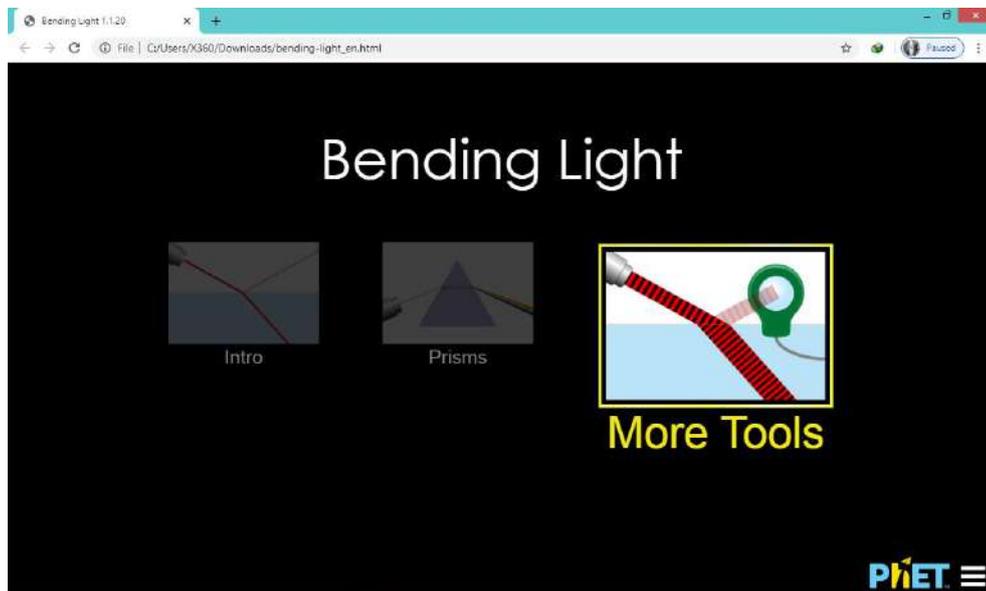
Gambar 2. Langkah memilih simulasi “*Bending Light*”.

4. Klik “Download”, klik “Save File”, kemudian pilih “OK”



Gambar 3. Cara men-download simulasi “Bending Light”.

5. Simulasi PhET “Bending Light” yang telah di-download dibuka dan pilih “more tools”

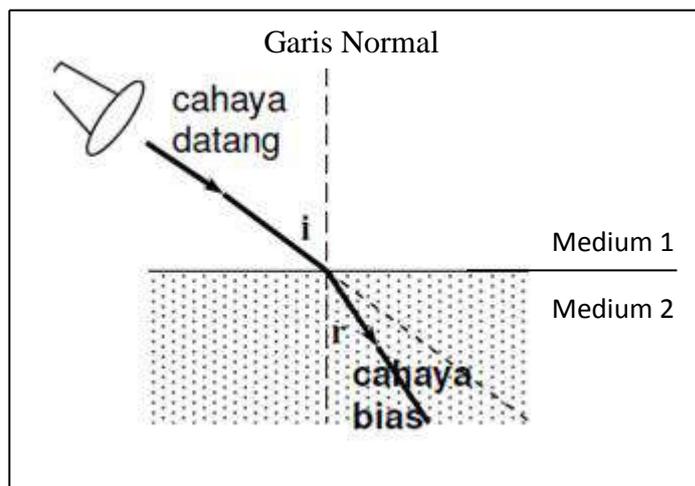


Gambar 4. Halaman awal simulasi “Bending Light”.

PEMBIASAN CAHAYA DI BERBAGAI MEDIUM

Pembiasan cahaya merupakan peristiwa dari pembelokan cahaya karena cahaya melewati medium yang berbeda (kerapatan optik atau indeks bias yang berbeda). Contoh dari pembiasan cahaya misalnya pulpen yang terlihat patah ketika berada di dalam gelas kaca dan juga munculnya pelangi di langit setelah hujan turun.

Cahaya (sinar) yang akan masuk ke suatu medium yang berbeda tidak semuanya lolos ke medium yang dituju, namun ada sebagian cahaya (sinar) yang dipantulkan. Cahaya (sinar) yang masuk ke dalam suatu medium akan membentuk sudut datang (θ_d), dan cahaya (sinar) bias akan membentuk sudut bias (θ_b).



Keterangan :

$i = \theta_d$ = Sudut datang

$r = \theta_b$ = Sudut bias

Gambar 6. Perjalanan sinar yang masuk dalam dua medium yang berbeda.

Willebrod Snell, seorang ilmuwan asal Belanda melakukan sebuah percobaan untuk menemukan hubungan antara sudut datang dan sudut bias dari suatu sinar yang memasuki medium yang berbeda. Hasil dari percobaan beliau tersebut sering disebut dengan **Hukum Snellius**.

Mari kita selidiki :

1. Bagaimana hubungan antara sudut datang dan sudut bias saat sinar melewati dua medium yang berbeda kerapatannya?
2. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi besarnya sudut bias?

RENGGANG – RAPAT

1.1. Apakah sudut datang (θ_d) mempengaruhi sudut bias (θ_b)?

Jawablah pertanyaan di bawah ini:

1. Jika kita ingin sinar datang dari medium pertama menuju medium kedua, di mana medium tersebut dari renggang menuju rapat, indeks bias medium mana yang harus lebih besar, medium pertama atau medium kedua?
2. Jika kita ingin menyelidiki pengaruh sudut datang terhadap sudut bias :
 - Variabel apa yang akan diubah-ubah (variabel bebas)?
 - Variabel apa yang akan diamati (variabel terikat)?
 - Variabel apa yang harus dibuat tetap (variabel kontrol)?

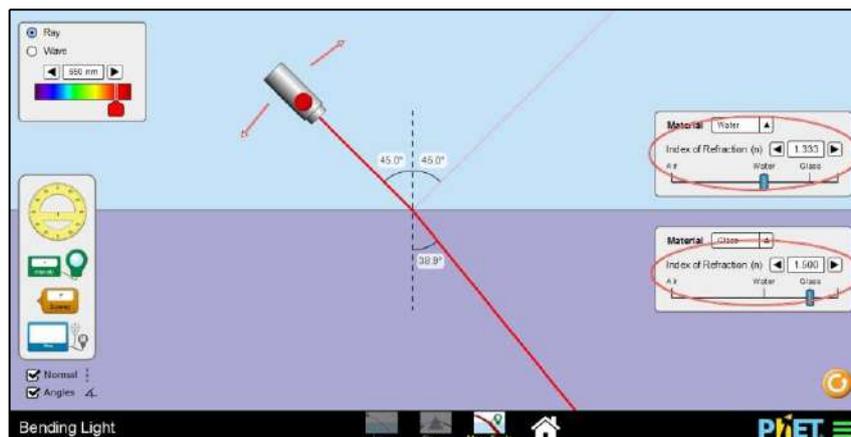
Percobaan:

Variabel bebas : sudut datang (θ_d)

Variabel terikat : sudut bias (θ_b)

Variabel kontrol :

- ✓ medium (*material*) pertama [misal : air (*water*) dengan indeks bias (n_1) sebesar 1,333]
- ✓ medium (*material*) kedua [misal : kaca (*glass*) dengan indeks bias (n_2) sebesar 1,500]
- ✓ warna sinar yang masuk [misal: sinar merah]



Gambar 7. Contoh jalannya sinar pada simulasi “*Bending Light*”.

Catatlah data yang Anda peroleh ke dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Percobaan 1

No.	θ_d (°)	θ_b (°)	Sin θ_d	Sin θ_b	Sin θ_d / Sin θ_b
1	0				
2	15				
3	30				
4	45				
5	60				
6	75				

Pertanyaan :

Untuk sinar datang dari medium renggang ke rapat :

3. Apakah perubahan sudut datang mempengaruhi besarnya sudut bias?
4. Bagaimana pengaruh sudut datang terhadap sudut bias, berbanding lurus atau terbalik? Jelaskan!
5. Dibandingkan dengan sinar datang, bagaimana arah sinar bias yang terjadi, mendekati atau menjauhi garis normal? (baca dulu info di bawah ini sebelum menjawab)

Info : Mendekati garis normal artinya sudut bias yang terbentuk selalu lebih kecil daripada sudut datang, sedangkan menjauhi garis normal artinya sudut bias yang terbentuk selalu lebih besar dari pada sudut datang.

6. Untuk nilai θ_d yang berbeda, bagaimana nilai perbandingan sin θ_d dan sin θ_b ? (berlaku pembulatan 2 angka desimal)
7. Berapa nilai perbandingan antara n_2 dan n_1 ?
8. Apakah nilai sin θ_d / sin θ_b yang diperoleh sama dengan perbandingan n_2/n_1 ? (berlaku pembulatan 2 angka desimal)

Info : Jika Anda memperoleh hasil sin θ_d / sin θ_b dan n_2 / n_1 sama, maka Anda sudah menemukan Hukum Snellius.

Persamaan Hukum Snellius :

$$\frac{\sin \theta_d}{\sin \theta_b} = \frac{n_2}{n_1}$$

Keterangan :

n_2 = Indeks bias medium kedua

n_1 = Indeks bias medium pertama

Kesimpulan:

1.2. Apakah medium (*material*) kedua akan mempengaruhi sudut bias (θ_b)?

Jawablah pertanyaan di bawah ini:

1. Jika kita ingin menyelidiki pengaruh medium (*material*) terhadap sudut bias :

- Variabel apa yang akan diubah-ubah (variabel bebas)?
- Variabel apa yang akan diamati (variabel terikat)?
- Variabel apa yang harus dibuat tetap (variabel kontrol)?

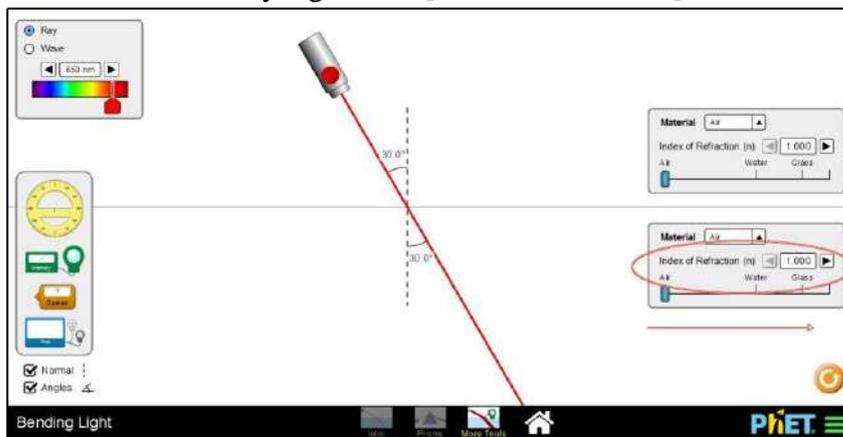
Percobaan:

Variabel bebas : medium (*material*) kedua

Variabel terikat : sudut bias (θ_b)

Variabel kontrol :

- ✓ medium (*material*) pertama [udara (*air*) dengan indeks bias (n_1) sebesar 1,000]
- ✓ sudut datang (θ_d) sebesar 30°
- ✓ warna sinar yang masuk [misal: sinar merah]



Gambar 8. Jalannya sinar pada dua medium.

Catatlah besarnya sudut bias (θ_b) yang diperoleh dalam Tabel 2!

Tabel 2. Hasil Pengamatan Percobaan 2

No.	Med. 1	n_1	θ_d ($^\circ$)	Med. 2	n_2	θ_b ($^\circ$)	$\sin \theta_d / \sin \theta_b$	n_2 / n_1
1	Udara (<i>air</i>)	1,000	30	Costum	1,000			
2					1,100			
3					1,200			
4					1,300			
5					1,400			
6					1,500			
7					1,600			

Pertanyaan :

Untuk sinar datang dari medium renggang ke rapat :

2. Apakah perubahan medium (*material*) kedua mempengaruhi besarnya sudut bias?
3. Bagaimana pengaruh medium (*material*) kedua terhadap sudut bias, berbanding lurus atau terbalik? Jelaskan!

4. Dibandingkan dengan sinar datang, bagaimana arah sinar bias yang terjadi, mendekati atau menjauhi garis normal?
5. Apakah nilai $\sin \theta_d / \sin \theta_b$ yang diperoleh selalu sama dengan perbandingan n_2/n_1 ? (berlaku pembulatan 2 angka desimal)
6. Apakah pada percobaan kali ini Hukum Snellius tetap berlaku?

Kesimpulan:

1.3 Apakah medium (*material*) pertama akan mempengaruhi sudut bias (θ_b)?

Jawablah pertanyaan di bawah ini:

1. Jika kita ingin menyelidiki pengaruh medium (*material*) terhadap sudut bias :
 - Variabel apa yang akan diubah-ubah (variabel bebas)?
 - Variabel apa yang akan diamati (variabel terikat)?
 - Variabel apa yang harus dibuat tetap (variabel kontrol)?

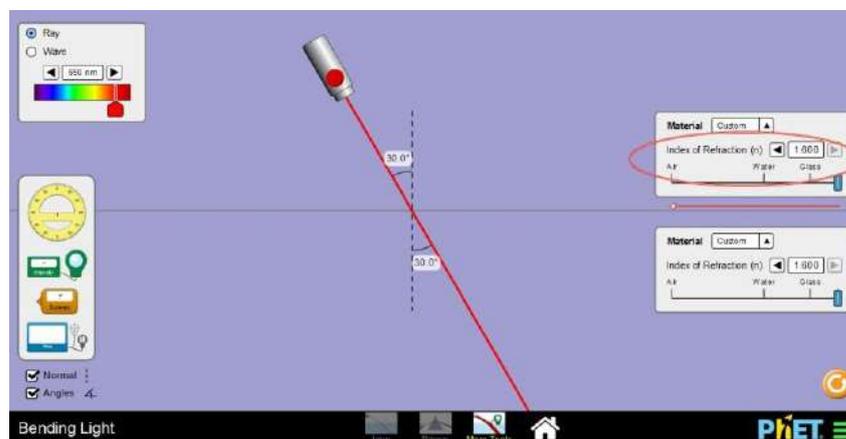
Percobaan:

Variabel bebas : medium (*material*) pertama

Variabel terikat : sudut bias (θ_b)

Variabel kontrol :

- ✓ medium (*material*) kedua [*Custom* dengan indeks bias (n_2) sebesar 1,600]
- ✓ sudut datang (θ_d) sebesar 30°
- ✓ warna sinar yang masuk [*misal: sinar merah*]



Gambar 9. Jalannya sinar dengan berbagai medium yang berbeda

Catatlah besarnya sudut bias (θ_b) yang diperoleh dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengamatan Percobaan 3

No.	Med. 2	n_2	θ_d (°)	Med. 1	n_1	θ_b (°)	$\sin \theta_d / \sin \theta_b$	n_2 / n_1
1	Costum	1,600	30	Costum	1,600			
2					1,500			
3					1,400			
4					1,300			
5					1,200			
6					1,100			
7					1,000			

Pertanyaan :

Untuk sinar datang dari medium renggang ke rapat :

2. Apakah perubahan medium (*material*) pertama mempengaruhi besarnya sudut bias?
3. Bagaimana pengaruh medium (*material*) pertama terhadap sudut bias, berbanding lurus atau terbalik? Jelaskan!
4. Dibandingkan dengan sinar datang, bagaimana arah sinar bias yang terjadi, mendekati atau menjauhi garis normal?
5. Apakah nilai $\sin \theta_d / \sin \theta_b$ yang diperoleh selalu sama dengan perbandingan n_2/n_1 ? (berlaku pembulatan 2 angka desimal)
6. Apakah pada percobaan kali ini Hukum Snellius tetap berlaku?

Kesimpulan:

1.4 Apakah warna cahaya (λ) mempengaruhi sudut bias (θ_b)?

Jawablah pertanyaan dibawah ini:

1. Jika kita ingin menyelidiki pengaruh warna cahaya (λ) terhadap sudut bias :
 - Variabel apa yang akan diubah-ubah (variabel bebas)?
 - Variabel apa yang akan diamati (variabel terikat)?
 - Variabel apa yang harus dibuat tetap (variabel kontrol)?

Percobaan:

Variabel bebas : warna sinar yang masuk

Variabel terikat : sudut bias (θ_b)

Variabel kontrol :

- ✓ medium (*material*) pertama [air (*water*)]
- ✓ medium (*material*) kedua [kaca (*glass*)]
- ✓ sudut datang (θ_d) sebesar 40°



Gambar 10. Jalannya sinar dengan panjang gelombang yang berbeda-beda

Catatlah besarnya sudut bias (θ_b) yang diperoleh ke dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengamatan Percobaan 4

No.	Med. 1	Med. 2	θ_d (°)	λ (nm)	θ_b (°)	n_1	n_2	$\sin \theta_d / \sin \theta_b$	n_2 / n_1
1	Air (<i>water</i>)	Kaca (<i>glass</i>)	40	380					
2				480					
3				580					
4				700					

Pertanyaan :

Untuk sinar datang dari medium renggang ke rapat :

2. Apakah perubahan warna cahaya (λ) mempengaruhi besarnya sudut bias (perubahan kecil dianggap ya)?
3. Bagaimana pengaruh warna cahaya (λ) terhadap sudut bias, berbanding lurus atau terbalik? Jelaskan!
4. Dibandingkan dengan sinar datang, bagaimana arah sinar bias yang terjadi, mendekati atau menjauhi garis normal?
5. Apakah nilai indeks bias (*index of refraction*) dari tiap medium selalu sama untuk semua warna?
6. Bagaimana dengan nilai $\sin \theta_d / \sin \theta_b$? Apakah selalu sama untuk semua warna?
7. Apakah nilai $\sin \theta_d / \sin \theta_b$ yang diperoleh selalu sama dengan perbandingan n_2/n_1 ? (berlaku pembulatan 2 angka desimal)
8. Apakah Hukum Snellius berlaku pada percobaan kali ini?

Kesimpulan:

RAPAT - RENGGANG

1.5 Apakah sudut datang (θ_d) mempengaruhi sudut bias (θ_b)?

Jawablah pertanyaan di bawah ini:

1. Jika kita ingin sinar datang dari medium pertama ke medium kedua, di mana medium tersebut dari rapat ke renggang, indeks bias medium mana yang harus lebih besar?
2. Jika kita ingin menyelidiki pengaruh sudut datang terhadap sudut bias :
 - Variabel apa yang akan diubah-ubah (variabel bebas)?
 - Variabel apa yang akan diamati (variabel terikat)?
 - Variabel apa yang harus dibuat tetap (variabel kontrol)?

Percobaan:

Variabel bebas :

Variabel terikat :

Variabel kontrol :

- ✓ medium (*material*) pertama [misal : kaca (*glass*) dengan indeks bias (n_1) sebesar 1,500]
- ✓ medium (*material*) kedua [misal : air (*water*) dengan indeks bias (n_2) sebesar 1,333]
- ✓ warna sinar yang masuk [misal : sinar merah]

Catat hasil percobaan yang diperoleh ke dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengamatan Percobaan 5

No.	θ_d (°)	θ_b (°)	Sin θ_d	Sin θ_b	Sin θ_d / Sin θ_b
1	0				
2	15				
3	30				
4	45				
5	60				
6	75				

Pertanyaan :

Untuk sinar datang dari medium rapat ke renggang :

3. Apakah perubahan sudut datang mempengaruhi besarnya sudut bias?
4. Bagaimana pengaruh sudut datang terhadap sudut bias, berbanding lurus atau terbalik? Jelaskan!
5. Dibandingkan dengan sinar datang, bagaimana arah sinar bias yang terjadi, mendekati atau menjauhi garis normal?
6. Apakah semua sinar dengan sudut datang (θ_d) berapapun akan masuk ke medium kedua?
7. Apabila jawaban pertanyaan nomor 6 adalah tidak, coba cari berapa besarnya sudut datang dan sudut bias yang terbentuk terakhir kali!

8. Untuk sinar yang dapat terbiaskan, bagaimana dengan nilai $\sin \theta_d / \sin \theta_b$? Apakah selalu sama?
9. Apakah nilai perbandingan antara sinus dari sudut datang dan sinus dari sudut bias yang diperoleh pada soal nomor 6 ($\sin \theta_d / \sin \theta_b$) sama dengan n_2 / n_1 (berlaku pembulatan 2 angka desimal)?
10. Apakah Hukum Snellius tetap berlaku untuk sinar yang dapat terbiaskan?

Kesimpulan:

MARI BERPIKIR :

- A. Apakah Hukum Snellius **selalu** berlaku jika sinar datang dengan **sudut datang berapapun** dari medium:
 - a) Renggang \rightarrow Rapat
 - b) Rapat \rightarrow Renggang
- B. Temukan perbedaan antara sinar yang masuk dari medium renggang menuju rapat dan dari medium rapat menuju renggang

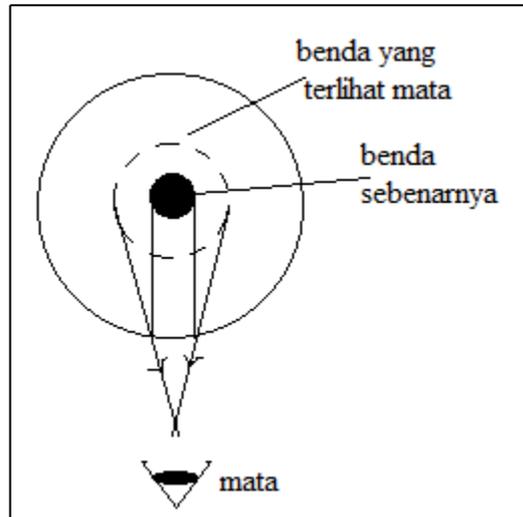
Tabel 6. Mari Berpikir

No.	Bahan Diskusi	Renggang \rightarrow Rapat	Rapat \rightarrow Renggang
a)	Bagaimana besarnya sudut datang (θ_d) dan sudut bias (θ_b); sama besar, lebih besar, atau lebih kecil?	sudut datang (θ_d) sudut bias (θ_b)	sudut datang (θ_d) sudut bias (θ_b)
b)	Bagaimana posisi sinar bias terhadap garis normal, menjauhi atau mendekati garis normal?	Sinar bias akan garis normal	Sinar bias akan garis normal
c)	Apakah sinar dengan berbagai sudut datang akan selalu dibiaskan?	Sinar dengan sudut datang berapapun dibiaskan	Sinar dengan sudut datang berapapun dibiaskan
d)	Apakah Pemantulan Total Internal dapat terjadi jika sinar datang melalui medium ini?		

C. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi besarnya sudut bias (θ_b)?

Informasi :

Posisi atau letak bayangan benda yang kita amati, merupakan perpanjangan dari sinar-sinar yang masuk ke mata.

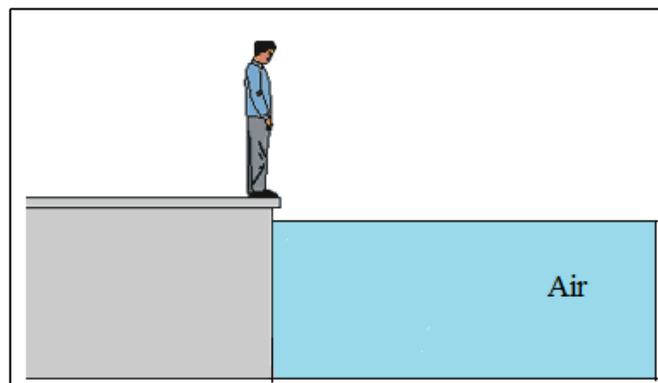


Gambar 11. Proses melihat.

Konsolidasi :

Jika kita melihat dasar kolam yang berisi air yang jernih, apakah dasar kolam terlihat lebih dalam, lebih dangkal, atau sama seperti kedalaman sebenarnya?

- apa medium yang dilalui cahaya pada fenomena itu?
- Apakah ada perbedaan indeks bias kedua medium?
- Jika cahaya melalui dua medium yang berbeda kerapatannya, cahaya mengalami pemantulan atau pembiasan?
- Saat kita melihat dasar kolam (**Gambar 12**), cahaya merambat dari medium rapat ke renggang atau dari medium renggang ke rapat?
- Gambarkan jalannya cahaya sehingga dasar kolam dapat terlihat oleh mata!



Gambar 12. Proses melihat dasar kolam.

- f. Dari gambar yang sudah dibuat (**no e**), bagaimana posisi dasar kolam yang terlihat oleh mata, lebih dangkal, lebih dalam, atau sama dibanding dengan kedalaman yang sebenarnya?
- g. **Info** : Ingat bahwa otak menerjemahkan posisi benda yang teramati berasal dari perpanjangan sinar-sinar yang masuk ke mata.
Jelaskan mengapa hal itu bisa terjadi!