

BAB II

PEMBELAJARAN GELOMBANG MEKANIK DENGAN MODEL SIKLUS BELAJAR TIPE DESKRIPTIF

A. Pengertian Belajar

Sejak lahir manusia telah dianugerahi berbagai macam potensi yang siap untuk dikembangkan. Cara mengembangkan potensi-potensi ini adalah melalui proses belajar. Hal-hal yang dapat dipelajari manusia adalah segala fenomena yang ada di alam ini. Dengan belajar, manusia dapat meningkatkan dan mengembangkan wawasannya, sikapnya dan perilakunya. Menurut Gage belajar adalah suatu proses perubahan perilaku akibat dari pengalaman yang dimilikinya (dalam Dahar, 1989). Muhibbin Syah (2001) menyatakan bahwa belajar adalah suatu proses adaptasi yang terjadi secara progresif, yang sifatnya menetap dan disebabkan oleh pengalaman seorang manusia.

Menurut Piaget (Wadsworth, 1989) dalam diri manusia terdapat skema-skema (skemata) yaitu suatu struktur kognitif atau struktur mental. Skema senantiasa berinteraksi dengan stimulus yang datang. Dalam berinteraksi ini ada dua peristiwa yaitu asimilasi dan akomodasi. Asimilasi adalah suatu proses kognitif yang digunakan untuk mengintegrasikan persepsi, kegiatan atau konsep baru ke dalam skema atau pola perilaku yang dimilikinya. Secara teoretis asimilasi tidak menghasilkan perubahan skema, tapi berpengaruh pada perkembangan skema. Akomodasi terjadi saat seseorang mencoba untuk mengasimilasikan rangsangan yang datang padanya dan ia tidak memiliki skemanya, maka ia harus mengadakan

proses akomodasi, yaitu dengan membuat skema baru atau memodifikasi skema yang ada. Kedua proses ini harus terjadi secara seimbang (equilibrium). Pada saat terjadi ketidakseimbangan (disequilibrium) antara asimilasi atau akomodasi pada diri seorang individu, maka individu tersebut harus memiliki motivasi untuk segera menyeimbangkannya.

Semakin banyak anak belajar, semakin kompleks skema yang dimilikinya, agar proses belajar dapat berlangsung secara efektif dan efisien, maka di kelas guru harus telah menetapkan sasaran-sasaran belajar yang akan dicapainya, baik yang berbentuk kognitif, afektif maupun psikomotor.

Bloom (dalam Costa,1985) telah membuat tahapan hasil belajar menjadi sebuah taksonomi kognitif yang dimulai dari sederhana hingga kompleks atau dari konkret hingga abstrak, yaitu :

- a. *Knowledge : define, recognize, recall, identify, label, understand, examine, show, collect.* (Pengetahuan : mendefinisikan, mengenali, mengingat, mengidentifikasi, memberi nama, memahami, mempelajari, melihat, mengumpulkan).
- b. *Comprehension : translate, interpret, explain, describe, summarize, extrapolate.* (Pemahaman : Mengalihbahasakan, mengartikan, menerangkan, melukiskan, meringkas, memperluas).
- c. *Application : apply, solve, experiment, show, predict.*(Penerapan : Menerapkan, memecahkan masalah, mengujicoba, menunjukkan, meramalkan).
- d. *Analysis : connect, relate, differentiate, classify, arrange, check, group, distinguish, organize, categorize, detect, compare, infer.* (Analisa : Menghubungkan, mengaitkan, membedakan, mengelompokkan, menyusun, mengecek, menggolongkan, membedakan, mengorganisasi, mengkategorisasi, mendeteksi, membandingkan, menyimpulkan).
- e. *Synthesis : produce, propose, design, plan, combine, formulate, compose, hypothesize, construct.*(Sintesa : Menghasilkan, mengajukan, mendesain, merencanakan, memadukan, memformulasikan, menyusun, mengajukan hipotesa, membangun).
- f. *Evaluation : Appraise, judge, criticize, decide.*(Evaluasi: menelaah, menilai, mengkritik, memutuskan).



Jerold E. Kemp (1994) menjelaskan bahwa taksonomi Bloom tersusun dari dua kelompok utama yaitu hapalan sederhana mengenai informasi (penguasaan konsep) dan kegiatan intelektual (keterampilan berpikir).

Konsep adalah sesuatu yang memiliki nama (label), memiliki atribut-atribut kritis dan memiliki contoh serta noncontoh. Dari atribut-atribut kritis inilah kita dapat mengambil sebuah definisi dari sebuah konsep. Menurut Dahar (1989) konsep dapat diperoleh melalui pengamatan terhadap objek-objek yang ada di lingkungan kemudian mengklasifikasikannya atau melalui kategorisasi terhadap stimulus-stimulus yang siswa hadapi.

Siswa-siswa yang mengambil pelajaran sains telah memiliki pengetahuan-pengetahuan atau konsep-konsep (prakonsepsi) tentang Fisika yang tidak dapat dengan mudah dikesampingkan begitu saja dalam pengajaran (dalam Brown, 1994). Jika konsep yang siswa miliki tidak sesuai dengan peninjauan para ahli, maka siswa tersebut mengalami miskonsepsi (Tytler, 1996). Driver menjelaskan bahwa miskonsepsi ini bersifat pribadi, stabil dan tidak koheren (dalam Dahar, 1996)

Untuk memperkecil miskonsepsi, maka pembelajaran sains harus melibatkan siswa secara langsung, seperti keterampilan mengamati, menafsirkan pengamatan, meramalkan, menerapkan konsep, merencanakan penelitian dan berkomunikasi Dahar (1996). Keterampilan-keterampilan ini dikenal dengan istilah keterampilan proses.

Keterampilan proses yang dilakukan siswa sangat bergantung pada keterampilan berpikirnya. Menurut Allan A. Glatthorn & Jonathan Baron (dalam Costa, 1985) :

“ Good thinkers are willing to think and may event find thinking enjoyable. They can carry out searches when necessary and supend judgement. They value rationality believing that thinking is useful for solving problem, reaching decision, and making judgements. Poor thinkers, in contrast. need certainty, avoid thinking, must reach closure quickly, are impulsive and rely too havily on intuition”. (...Pemikir yang baik adalah orang yang berkeinginan untuk senantiasa berpikir dan berpikirnya itu secara menyenangkan. Mereka dapat mengambil jalan keluar dan mengambil putusan dari penelitiannya. Mereka menilai secara rasional dan menyakini bahwa berpikir adalah bermanfaat untuk memecahkan masalah, Sedangkan pemikir yang lemah adalah orang yang membutuhkan kepastian, enggan berpikir, ingin cepat selesai, menuruti kata hati dan terlalu percaya pada intuisi).

B. Belajar Konsep

Konsep yang dimiliki seseorang akan senantiasa berkembang sejalan dengan banyaknya stimulus yang ditemuinya. Menurut Ausubel (Dahar,1989) konsep-konsep diperoleh dengan dua cara yaitu formasi konsep dan asimilasi konsep. Formasi konsep terjadi diawal yaitu sebelum anak tersebut sekolah sedangkan asimilasi konsep terjadi setelah formasi konsep yaitu setelah anak sekolah. Sedangkan Klausmeier memperluas tahapan peningkatan konsep pada siri anak ini menjadi empat yaitu tahap konkret yaitu saat seseorang mengenal “sesuatu”, tahap identitas yaitu saat seseorang telah dapat mengidentifikasi berdasarkan ruang seperti mengenal bola dengan menyentuhnya, tahap klasifikatori yaitu saat seseorang telah dapat membedakan konsep tersebut dengan konsep yang lain dan terakhir tahap formal yaitu saat seseorang telah dapat menentukan atribut, mendeskriminasi, mengevaluasi dan memberikan contoh lainnya. Tingkatan terakhir ini tercapai melalui operasi induktif atau deduktif (Dahar,1989)



C. Model Siklus Belajar

Model pembelajaran adalah sebuah rencana atau sebuah pola pengajaran yang digunakan untuk mendesain sebuah tatap muka antara guru dan siswa di kelas, mendesain sebuah setting pengajaran dan mendesain berbagai macam perangkat yang dibutuhkan dalam sebuah pengajaran (Bruce Joice, 1992). Desain-desain ini dilakukan untuk mencapai sebuah tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

Lawson (2003) menjelaskan bahwa model siklus belajar merupakan sebuah model pembelajaran yang sejalan dengan teori konstruktivisme, berbentuk pendekatan inkuiri dan pendekatan kooperatif / kolaboratif. Model siklus belajar memberi kesempatan pada siswa untuk mengkonfrontasikan prakonsepsinya, berargumentasi dan berdebat tentang pendapat-pendapatnya.

1. Tipe-tipe dalam siklus belajar

Tipe-tipe model siklus belajar yang diungkapkan oleh Lawson terdiri dari tipe deskriptif, tipe empiris induktif dan tipe hipotetis deduktif. Kegiatan-kegiatan belajar pada tipe deskriptif adalah siswa-siswa mengadakan observasi, mengidentifikasi pola-pola dan berusaha menemukan pola lain yang serupa. Pada kegiatan belajar yang dilakukan pada tipe empiris-induktif adalah siswa harus dapat menjelaskan fenomena. Sedangkan pada tipe hipotetis deduktif yaitu siswa-siswa harus membuat pernyataan eksplisit berupa penjelasan alternatif tentang fenomena yang disajikan. (<http://www.Phy.IIstu.edu>)

2. Fase-fase dalam model siklus belajar secara umum.

Fase-fase siklus belajar yang diungkapkan Lawson terdiri dari tiga fase. Fase eksplorasi, fase pengenalan konsep dan fase penerapan konsep. Fase eksplorasi

bertujuan untuk memberi kesempatan pada siswa-siswa untuk menerapkan pengetahuan awalnya, menghadirkan perhatian mereka dan merangsang keingintahuannya. Pada fase ini kegiatan siswa adalah mencari pola-pola melalui keterlibatan mereka terhadap materi-materi yang disajikan, membuat pertanyaan-pertanyaan tentatif secara bebas, menghadirkan materi-materi baru, ide-ide dan hubungan-hubungannya dengan sedikit bimbingan guru. Selain dari itu mengadakan kesempatan bagi guru untuk mengadakan penilaian awal terhadap pengetahuan para siswa.

Fase kedua adalah fase pengenalan konsep yaitu siswa-siswa menunjukkan istilah-istilah dan mengkaitkannya dengan pola yang diperoleh pada fase eksplorasi. Istilah-istilah dan konsep-konsep diklarifikasi dengan bantuan diskusi, video, ceramah, dan lain-lain. Pada fase ini secara umum guru mempersilakan siswa untuk melakukan pembelajaran dengan pendekatan inkuiri. Siswa-siswa dibimbing untuk menemukan konsep-konsep dan prinsip-prinsip yang menolong mereka menjawab pertanyaan-pertanyaan dan mengarahkan pada prakonsepsinya.

Fase ketiga adalah fase penerapan konsep. Siswa-siswa berpikir untuk menerapkan konsep-konsep yang telah dipelajarinya pada fase kedua terhadap situasi yang baru. Siswa-siswa menyebutkan contoh dan noncontoh dari penerapan konsepnya. Tujuannya agar para siswa dapat menerapkan pengetahuan yang telah diperolehnya secara lebih luas. Siswa-siswa mencoba mentransfer pengetahuan barunya pada situasi-situasi lain. (<http://www.Phy.IIstu.edu>)

3. Kegiatan belajar pada tipe deskriptif.

Lawson (1993) menjelaskan tentang langkah-langkah pembelajaran pada tahap deskriptif dengan fase-fasenya pada model siklus belajar, yaitu :

- a. Siswa diberikan judul konsep.
- b. Kemudian diberikan fenomena/kejadian.
- c. Siswa mengadakan eksplorasi terhadap fenomena itu, kemudian berusaha untuk menemukan dan menjelaskan polanya.
- d. Setelah diperoleh hasil, guru mengenalkan istilah-istilah yang digunakan.
- e. Dalam fase terakhir yaitu fase aplikasi konsep, siswa dan guru mendiskusikan atau menggali fenomena lainnya yang berhubungan dengan konsep tersebut.

Langkah-langkah pembelajaran terdapat pada lampiran A1.

D. Deskripsi Bahan Ajar Gelombang Mekanik

1. Pengertian Gelombang

Fisika adalah bagian Ilmu Pengetahuan Alam (sains) yang mengkaji fenomena-fenomena fisis yang terjadi di alam ini. Salah satu kajian ilmu Fisika adalah gelombang. Gelombang adalah getaran atau gangguan yang merambat. Gelombang dapat mengalami pemantulan, pembiasan, interferensi, difraksi, dan polarisasi. Sifat polarisasi hanya berlaku untuk gelombang transversal saja, seperti pada cahaya dan tali.

2. Jenis Gelombang

Gelombang berasal dari getaran atau gangguan pada partikel yang dirambatkan dapat melalui medium atau tanpa medium. Gelombang yang dapat dirambatkan tanpa medium disebut gelombang elektromagnetik. Contoh gelombang

seperti ini adalah gelombang TV/radio, gelombang mikro dan lain-lain. Gelombang yang merambat harus dalam medium disebut gelombang mekanik. Contoh gelombang mekanik adalah gelombang pada tali, gelombang pada air, dan gelombang bunyi. Gelombang mekanik merambatkan energi pada medium itu. Medium yang telah mendapatkan energi hanya bergerak bolak-balik disekitar daerah getarannya dan energi merambat terus melalui medium itu. Analisa konsep Gelombang Mekanik terdapat pada lampiran A2.

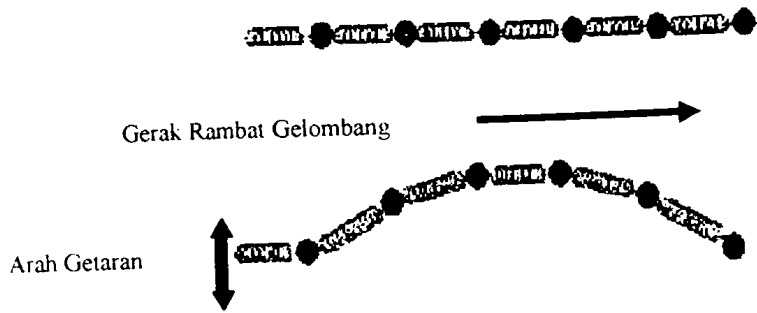
Berdasarkan arah getaran terhadap gerak rambat gelombang, gelombang dapat digolongkan ke dalam dua bagian yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal.

a. Gelombang Transversal

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarannya tegak lurus terhadap gerak rambat gelombangnya (Giancoli, 2001). Contoh gelombang transversal adalah gelombang tali dan cahaya. Pada gelombang transversal terjadi puncak dan atau lembah gelombang, seperti yang terlihat pada gambar 2.1.

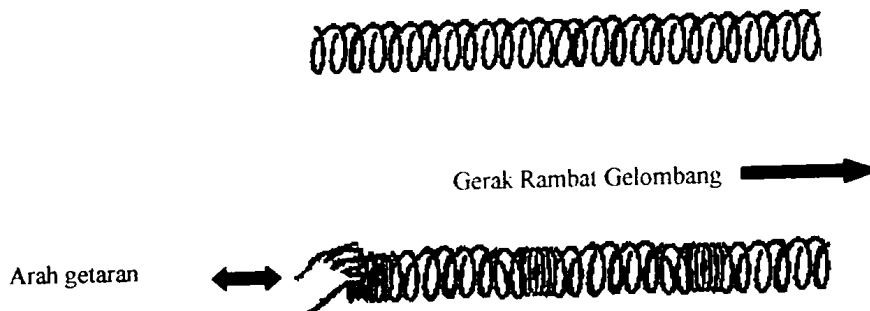
b. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarannya sama dengan arah gerak rambat gelombangnya (Giancoli, 2001). Contoh gelombang longitudinal yang dapat ditunjukkan di laboratorium adalah slinky yang digetarkan searah dengan rentang slinky dan contoh lainnya adalah gelombang bunyi. Pada gelombang ini terjadi rapatan dan renggangan, seperti yang terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.1 Gelombang Transversal

(Sumber : www.Physicsclassroom.com)



Gambar 2.2 Gelombang Longitudinal

(Sumber : www.Physicsclassroom.com)

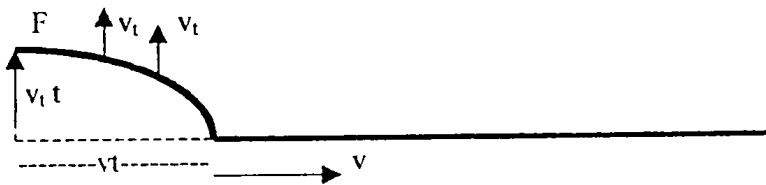
3. Cepat Rambat Gelombang

a. Cepat Rambat Gelombang Transversal pada Tali.

Ketika tali terentang yang salah satu ujungnya diikat dan ujung lainnya digetarkan sebanyak satu kali getaran, maka terbentuk sebuah gelombang transversal yang terdiri dari sebuah puncak gelombang dan sebuah lembah gelombang. Dengan demikian sebuah gelombang transversal terdiri dari sebuah puncak gelombang dan

sebuah lembah gelombang. Gelombang transversal tersebut merambat di sepanjang tali dengan kecepatan v .

Untuk mengetahui cepat rambat gelombang pada tali dapat dilakukan pengamatan terhadap sebuah tali yang terentang dengan satu ujungnya terikat dan ujung lainnya digetarkan. Ketika tali digetarkan dengan kecepatan v_t ke arah vertikal dengan menggunakan gaya F , maka ujung tali yang diangkat naik sejauh $v_t t$ dan gelombang transversal merambat horisontal sejauh vt , seperti yang terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Gelombang Transversal Pada Tali

(Sumber : Sears,1982)

Dengan menemukan dan menghubungkan besarnya impuls dan perubahan momentum gelombang transversal yang dimiliki tali tersebut, diperoleh cepat rambat gelombang pada tali sebesar :

$$v = \sqrt{\frac{S}{\mu}}$$

Sears (1982)

v = cepat rambat gelombang (m/s)

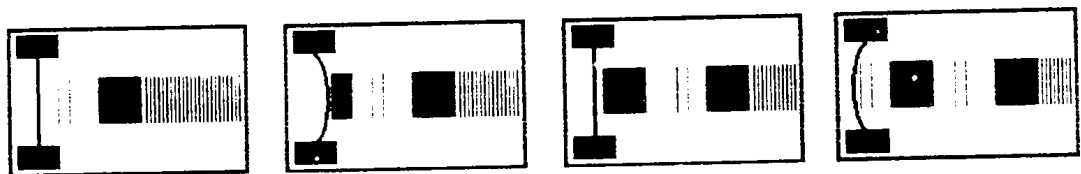
S = gaya tegang tali (N)

μ = massa persatuan panjang tali (kg/m)

Dari persamaan tersebut diperoleh kesimpulan bahwa besarnya cepat rambat gelombang pada tali (v) sebanding dengan akar kuadrat dari gaya tegang tali (S) dan berbanding terbalik dengan akar kuadrat massa persatuan panjang tali (μ).

b. Cepat Rambat Gelombang Longitudinal (Bunyi) di Udara

Gelombang longitudinal terbentuk akibat getaran pada medium yang searah dengan gerak rambat gelombangnya. Pada gambar 2.4 menunjukkan gerak rambat gelombang longitudinal. Pada gambar tersebut tampak membran melakukan getaran, saat membran tersebut melakukan tekanan terhadap udara, maka udara yang tertekan merambat dan membentuk rapatan gelombang. Rapatan gelombang ini bergerak dengan kecepatan v . Saat membran mengalami gaya pemulih bergerak ke tempat semula akibat elastisitas, udara di tempat tersebut menjadi renggang dan terbentuk renggangan gelombang. Renggangan gelombang pun merambat dengan kecepatan v .

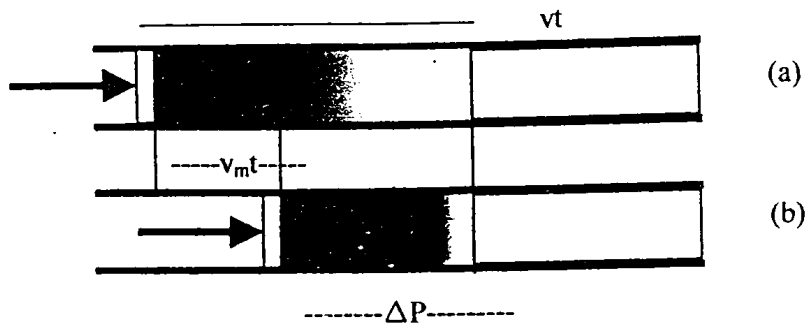


Gambar 2.4 Perambatan Gelombang Longitudinal

(Sumber <http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/class/Bboard.html>)

Cepat rambat gelombang bunyi di udara, dapat ditunjukkan dengan mengamati gambar 2.5. Pada gambar tersebut terdapat sebuah tabung yang berisi fluida yang memperoleh getaran dari sumber getar seperti membran.

Pada gambar 2.5(a) tampak membran bergerak dengan kecepatan v_m mendorong fluida yang ada pada tabung tersebut. Fluida yang terpengaruh oleh tekanan membran ini bergerak sejauh $v_m t$ dari posisi membran semula. Pada gambar 2.5 (b) membran telah merambat sejauh $v_m t$ dan rapatan gelombang bergerak dengan kecepatan v .



GAMBAR 2.5 Kecepatan Perambatan Gelombang Longitudinal

(Sumber dari Buku Sears,1982)

Dengan menemukan dan menghubungkan besarnya impuls dan perubahan momentum gelombang longitudinal yang dialami fluida tersebut diperoleh cepat rambat gelombang longitudinal pada fluida sebesar :

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad \text{Sears (1982)}$$

$v =$ cepat rambat gelombang (m/s)
 $B =$ Modulus Bulk (N/m^2)
 $\rho =$ massa per satuan volume

Dengan demikian cepat rambat gelombang longitudinal pada fluida sebanding dengan akar kuadrat dari modulus Bulk dan berbanding terbalik dengan akar kuadrat dari massa jenis fluida tersebut.

Untuk cepat rambat gelombang longitudinal pada keadaan adiabatik, modulus Bulk pada keadaan tersebut (B_{ad}) yaitu sebesar γP (Sutrisno, 1984), sehingga persamaan cepat rambatnya menjadi :

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$$

Untuk gas ideal persamaan cepat rambatnya adalah :

$$v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}} \quad \text{Harga } \gamma \text{ sebesar : } \quad \gamma = \frac{c_p}{c_v}$$

c = Cepat rambat (m/s)

γ = Tetapan Laplace.

c_p = Kalor jenis pada tekanan tetap (Joule/kg.°C)

c_v = Kalor jenis pada volume tetap (Joule/kg.°C)

P = Tekanan gas (N/m²)

ρ = Massa jenis gas (kg/m³)

R = Tetapan gas ideal (Joule/mol.K)

T = Suhu mutlak (K)

M = Massa relatif molekul gas (gr/mol)

4. Simpangan gelombang berjalan

Pada gelombang transversal seperti gelombang pada tali, sebuah simpangan pada gelombang tersebut dapat diketahui dengan cara menentukan letak titik acuannya. Titik acuan ini dianggap sebagai $x=0$, titik-titik yang berada di sebelah kanan titik acuan berharga positif dan titik-titik yang berada di sebelah kiri acuan berharga negatif.

Rumus simpangan gelombang berjalan dinyatakan dengan :

$$Y = A \sin (\pm kx \pm \omega t)$$

$$Y = A \sin [k(\pm x \pm vt)]$$

$$Y = A \sin \left[\omega \left(\pm t \pm \frac{x}{v} \right) \right]$$

$$Y = A \sin \left[2\pi \left(\pm \frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right) \right]$$

Y = Simpangan gelombang (m,cm)

A = Amplitudo (m,cm)

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

t = Waktu (sekon)

k = Bilangan gelombang ($2\pi/\lambda$)

T = Periode (sekon)

x = Posisi (m,cm)

v = Cepat rambat gelombang (m/s)

λ = Panjang gelombang (m,cm)

ϕ = Fase gelombang

Dari rumus tersebut dapat diketahui bahwa ciri dari gelombang berjalan adalah dikombinasikannya variabel x dan variabel t pada satu rumus. Pada rumus simpangan gelombang berjalan terdapat fase gelombang yaitu :

$$Y = A \sin 2\pi\varphi$$

Dengan demikian persamaan fase gelombang adalah :

$$\varphi = \pm \frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda}$$

Persamaan beda fase dari dua buah posisi x_1 dan x_2 yang diukur pada t yang sama adalah :

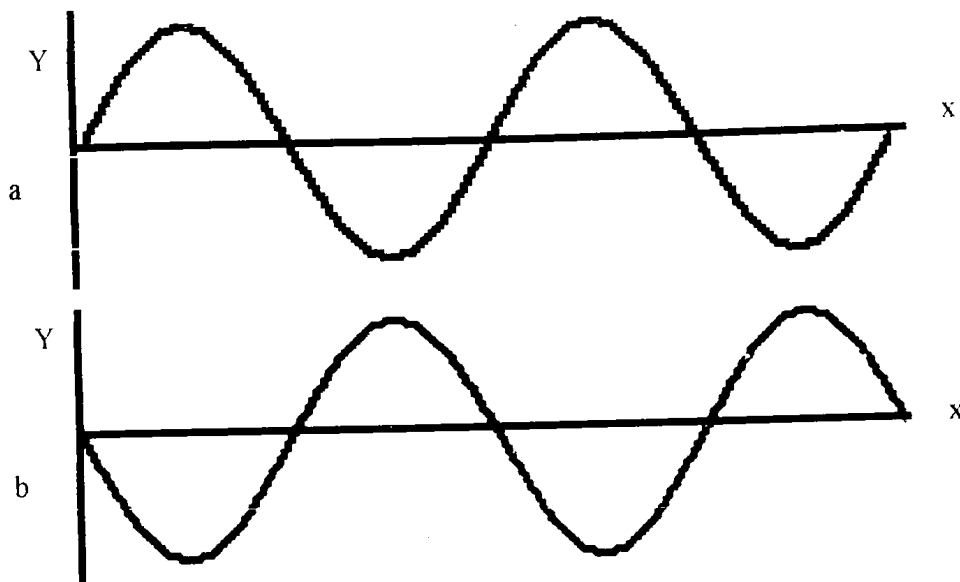
$$\Delta\varphi = \frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{x_1 - x_2}{\lambda}$$

Persamaan beda fase dari sebuah posisi yang diukur saat t_1 dan t_2 adalah :

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T} = \frac{t_1 - t_2}{T}$$

Dari sebuah rumus simpangan gelombang berjalan dapat diketahui arah gerak rambat gelombangnya. Apabila pada persamaan tersebut terdapat tanda t dan x/v berlawanan, hal itu menunjukkan gelombang berjalan ke kanan, sedangkan untuk gelombang berjalan ke kiri t dan x/v bertanda sama yaitu positif-positif atau negatif-negatif.

Jika x bertanda positif, saat $t=0$ sekon bentuk gelombang tampak sebagaimana pada gambar 2.6(a) dan jika x bertanda negatif, saat $t=0$ sekon bentuk gelombang tampak sebagaimana pada gambar 2.6(b).

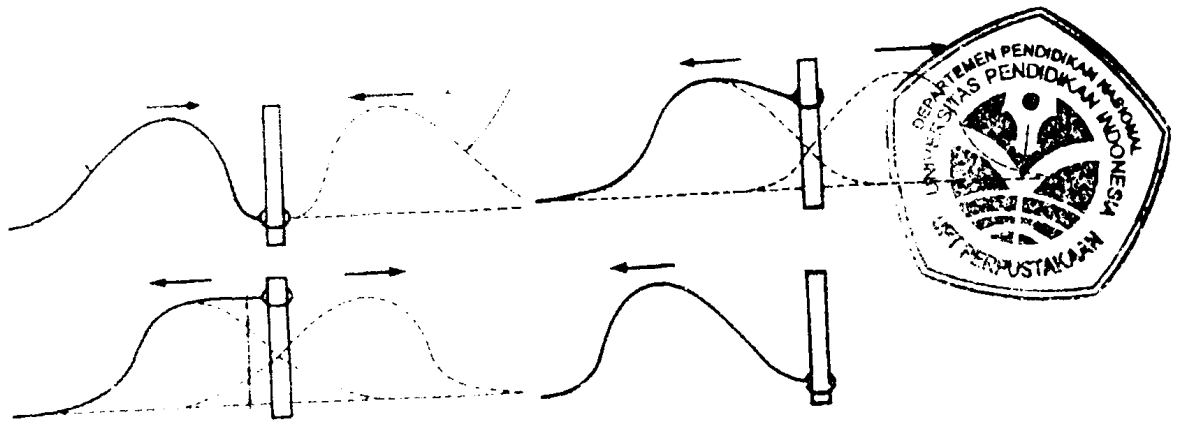


Gambar 2.6 Simpangan Gelombang Berjalan Saat $t = 0$

Persamaan simpangan gelombang berjalan yang berlaku untuk gelombang transversal berlaku juga untuk persamaan simpangan gelombang longitudinal. Pada gelombang transversal simpangan Y arahnya tegak lurus jarak x dan pada gelombang longitudinal, simpangan Y sejajar dengan jarak x.

5. Pemantulan gelombang

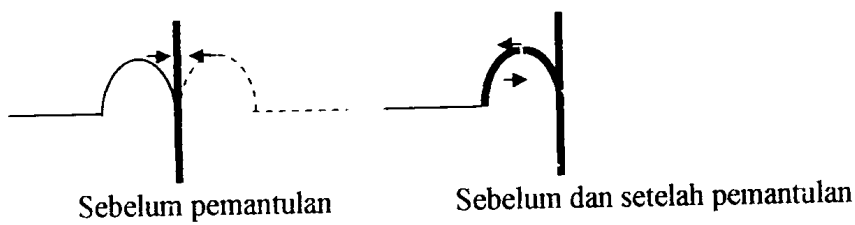
Gelombang berjalan misalnya gelombang tali dapat mengalami pemantulan oleh penghalang. Pemantulan oleh penghalang pada tali ada dua macam yaitu pemantulan oleh penghalang pada ujung tali yang dapat bergerak bebas yang dinamakan pemantulan pada ujung bebas dan pemantulan oleh penghalang pada ujung tali tetap yang dinamakan pemantulan pada ujung tetap.



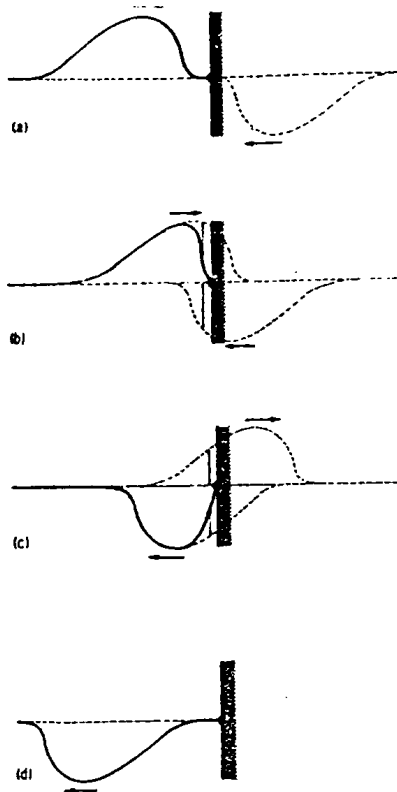
Gambar 2.7 Pemantulan Oleh Ujung Bebas

(Sumber dari Sutrisno,1984)

Pada gambar 2.7 tampak bahwa ujung tali yang memperoleh energi dapat terangkat dan tidak mengalami reaksi oleh ikatan tersebut, sedangkan gesekan yang terjadi antara ikatan tali dengan penghalang diabaikan. Ketika gelombang mengenai penghalang ternyata gelombang pantul memiliki bentuk yang sama. Dengan demikian pemantulan gelombang oleh penghalang pada ujung bebas tidak terdapat perbedaan fase atau perbedaan fasenya sebesar 0. (Lihat gambar 2.8)



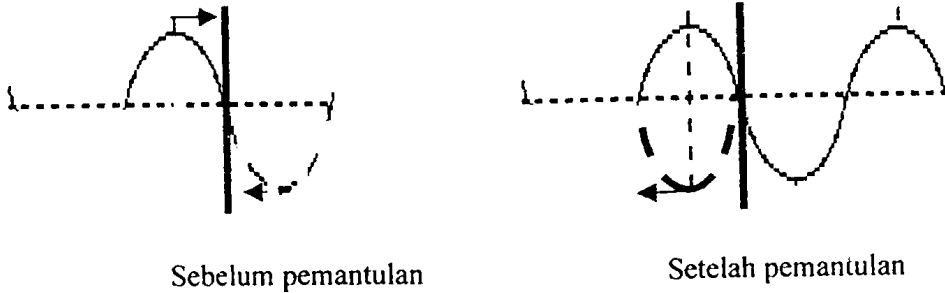
Gambar 2.8 Beda Fase pada Pemantulan Ujung Bebas



Gambar 2.9 Pemantulan oleh Ujung Tetap

(Sumber dari Sutrisno,1984)

Pada gambar 2.9 tampak bahwa gelombang yang datang mengenai penghalang ternyata terpantul dengan bentuk yang berbeda, jika gelombang datang berbentuk puncak, maka gelombang pantul membentuk lembah. Dengan demikian pemantulan gelombang oleh penghalang pada ujung tetap terdapat beda fase sebesar $\frac{1}{2}$. (Lihat gambar 2.10)



Gambar 2.10 Beda Fase pada Pemantulan Ujung Tetap

Peristiwa pemantulan gelombang ini terjadi pula pada gelombang longitudinal. Gelombang bunyi yang bergerak di dalam pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup mengalami pemantulan oleh ujung-ujungnya.

6. Superposisi gelombang

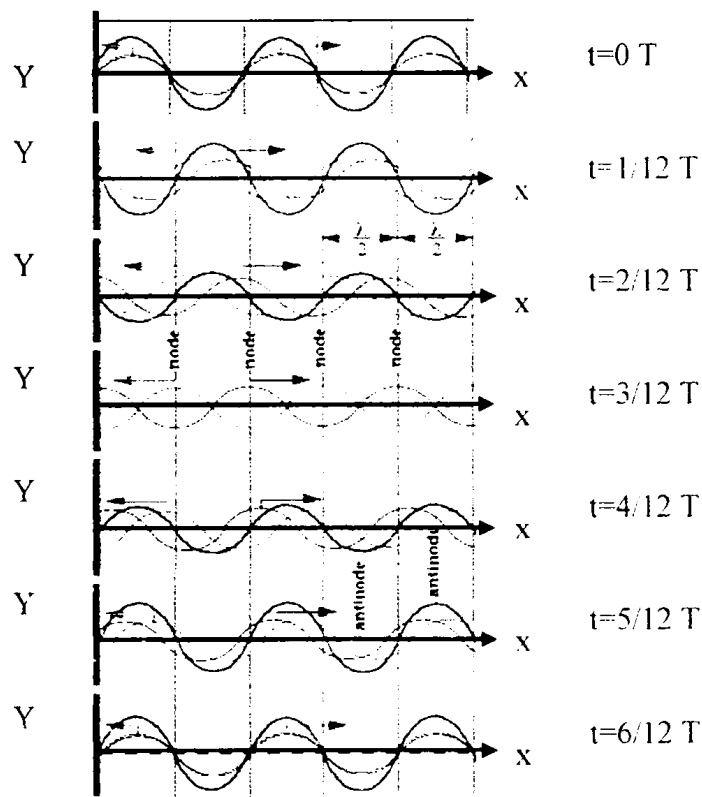
Gelombang dapat mengalami superposisi atau interferensi. Superposisi adalah perpaduan dua gelombang atau lebih. Peristiwa superposisi dapat menghasilkan gelombang stasioner dan layangan.

a. Gelombang stasioner

Gelombang stasioner dapat dihasilkan oleh perpaduan dua gelombang identik yang arahnya berlawanan atau dihasilkan oleh perpaduan gelombang datang dengan gelombang yang telah terpantul oleh penghalang. Pada gelombang stasioner yang dihasilkan oleh perpaduan gelombang datang dengan gelombang yang terpantul oleh penghalang ujung bebas, gesekan antara ujung tali yang terikat dengan penghalang diabaikan.

Pada gelombang stasioner terdapat titik perut ($AN = \text{anti node}$) dan titik simpul ($N = \text{node}$). Titik-titik perut merupakan hasil interferensi konstruktif dari

simpangan dua gelombang yang arahnya berlawanan. Pada titik-titik tersebut terdapat beda fase antara kedua gelombang pembentuknya sebesar 0 . Titik-titik simpul merupakan hasil interferensi destruktif dari simpangan dua gelombang yang arahnya berlawanan. Pada titik-titik tersebut terdapat beda fase antara kedua gelombang pembentuknya sebesar $\frac{1}{2}$. Letak titik-titik perut dan titik-titik simpul dapat diukur dari acuan O .



Gambar 2.11 Gelombang Stasioner pada Dua Gelombang Identik

(Sumber internet [http:// www.phys.unsw.edu.au/~jw/strings.html](http://www.phys.unsw.edu.au/~jw/strings.html))

Titik perut memiliki simpangan yang hampir selalu terbesar jika dibandingkan dengan titik-titik lainnya. Pada saat-saat tertentu titik perut memiliki simpangan nol yaitu saat kedua gelombang pembentuknya memiliki simpangan nol,

maka saat dijumlahkan memiliki simpangan nol. Pada saat itu, hasil interferensi kedua gelombang pada sepanjang tali memiliki simpangan nol, seperti yang terlihat pada gambar 2.11 pada $t = 3/12 T$. Untuk titik simpul memiliki simpangan yang selalu nol.

- 1) Gelombang Stasioner yang Dihasilkan oleh Perpaduan Dua Gelombang Identik yang Arahnya Berlawanan.

Pada gambar 2.11 tampak dua buah gelombang identik yang bergerak berlawanan arah. Gelombang pertama bergerak ke kanan yang dapat dinyatakan dengan rumus simpangan $Y_1 = A \sin [kx - \omega t]$ dan gelombang kedua bergerak ke kiri yang dapat dinyatakan dengan rumus simpangan $Y_2 = A \sin [kx + \omega t]$.

Karena $\sin A + \sin B = 2 \cos \frac{1}{2} (A-B) \sin \frac{1}{2} (A+B)$, maka hasil superposisi kedua gelombang tersebut adalah:

$$Y_{\text{tot}} = 2A \cos \omega t \sin kx$$

Y = Simpangan gelombang (m,cm)

A = amplitudo (m,cm)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

t = waktu (sekon)

k = bilangan gelombang ($2\pi/\lambda$)

x = posisi (m,cm)

Dari rumus tersebut tampak bahwa variabel x tidak dikombinasikan dengan variabel t . Dengan demikian superposisi yang dihasilkan merupakan gelombang stasioner yang merupakan fungsi jarak dengan harga-harga sinus. Selain dari itu dari

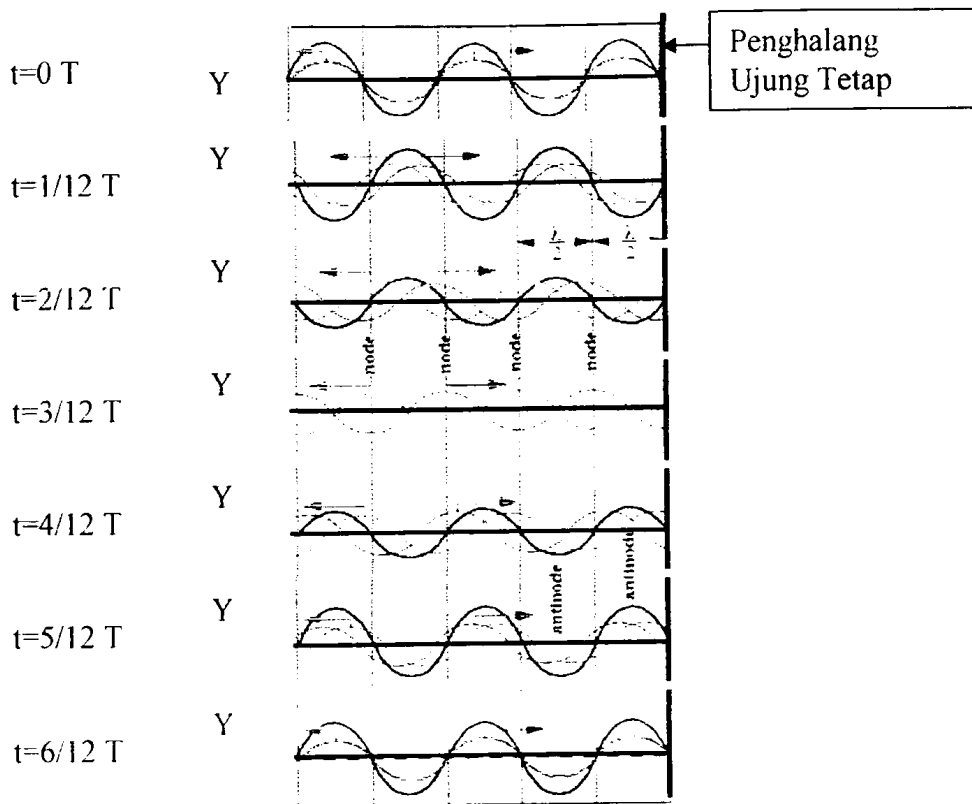
persamaan $\sin kx$ dapat diketahui letak titik-titik perut yaitu pada jarak $x = \frac{1}{4} \lambda, \frac{3}{4} \lambda, \frac{5}{4} \lambda$ dan seterusnya dari acuan O. Sedangkan letak titik-titik simpul pada jarak $x = 0\lambda, \frac{1}{2} \lambda, 1\lambda$ dan seterusnya dari acuan O.

- 2) Gelombang Stasioner yang Dihasilkan oleh Perpaduan Perpaduan Gelombang Datang dengan Gelombang yang Terpantul oleh penghalang.

Gelombang stasioner yang dihasilkan oleh perpaduan gelombang datang dengan gelombang yang terpantul oleh penghalang ada dua macam yaitu gelombang stasioner yang dihasilkan oleh perpaduan gelombang datang dengan gelombang yang terpantul oleh penghalang ujung tetap dan gelombang stasioner yang dihasilkan oleh perpaduan gelombang datang dengan gelombang yang terpantul oleh penghalang ujung bebas.

Pada gambar 2.12 tampak dua buah gelombang, gelombang yang berwarna biru merupakan gelombang datang yang bergerak mendekati penghalang, sedangkan gelombang yang berwarna hijau merupakan gelombang pantul yang bergerak menjauhi penghalang.

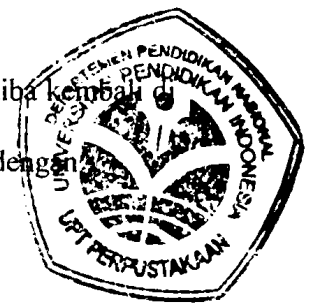
Untuk menentukan rumus simpangan gelombang stasioner yang dihasilkan oleh perpaduan gelombang datang dengan gelombang yang terpantul oleh penghalang ujung tetap, perlu ditentukan letak pertemuan kedua gelombang tersebut, misal titik P yang berjarak x dari penghalang.



Gambar 2.12 Gelombang Stasioner pada Penghalang Ujung Tetap

(Sumber internet [http:// www.phys.unsw.edu.au/~jw/strings.html](http://www.phys.unsw.edu.au/~jw/strings.html))

Gelombang datang memiliki simpangan yang dapat dinyatakan dengan rumus $Y_1 = A \sin 2\pi[x_1/\lambda - t/T]$. (x_1 merupakan posisi pada gelombang datang yang diukur dari sumber gelombang yang terletak di sebelah kiri). Gelombang datang ini telah berjalan sejauh $L-x$, yaitu perjalanan dari sumber gelombang ke titik P yang berada pada jarak x dari penghalang yang terletak di sebelah kanan. Gelombang kedua adalah gelombang pantul yang memiliki simpangan yang dapat dinyatakan dengan rumus $Y_2 = A \sin 2\pi[x_1/\lambda - t/T]$, (x_2 merupakan posisi pada gelombang pantul yang diukur dari sumber gelombang). Gelombang pantul ini telah berjalan sejauh



$L+x$, yaitu dari sumber gelombang hingga penghalang sejauh L dan tiba kembali di P sejauh x . Dengan demikian kedua rumus tersebut dapat dinyatakan dengan

$$Y_1 = A \sin 2\pi\left(\frac{L-x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)$$

$$Y_2 = A \sin 2\pi\left(\frac{L+x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)$$

Pada gelombang yang dihasilkan oleh penghalang ujung tetap terdapat beda fase sebesar $\frac{1}{2}$, sehingga persamaan simpangan kedua gelombang tersebut menjadi :

$$Y_1 = A \sin 2\pi\left(\frac{L-x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)$$

$$Y_2 = A \sin 2\pi\left(\frac{L+x}{\lambda} - \frac{t}{T} + \frac{1}{2}\right)$$

Atau dapat dinyatakan dengan :

$$Y_1 = A \sin 2\pi\left(\frac{L-x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)$$

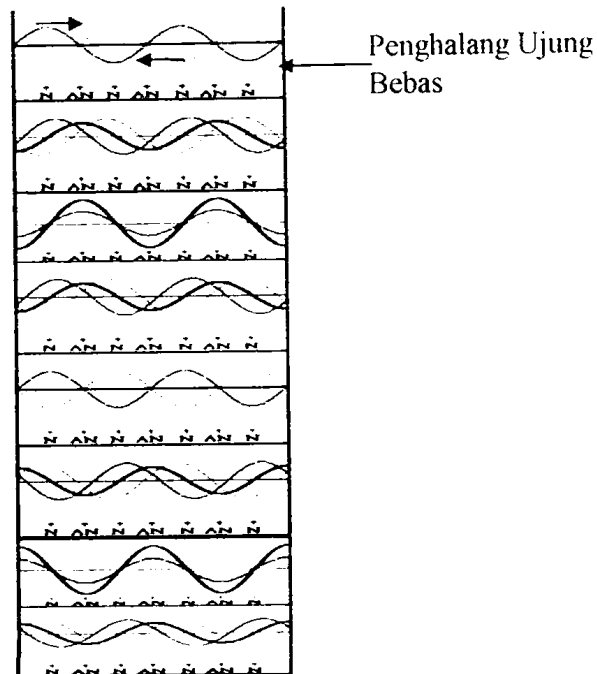
$$Y_2 = -A \sin 2\pi\left(\frac{L+x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)$$

Karena $\sin A - \sin B = 2 \sin \frac{1}{2} (A-B) \cos \frac{1}{2} (A+B)$, maka hasil superposisinya adalah :

$$Y_{\text{tot}} = 2A \sin 2\pi\left(\frac{x}{\lambda}\right) \cos 2\pi\left(\frac{L}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)$$

Dari persamaan tersebut tampak bahwa simpangan gelombang stasioner merupakan fungsi jarak dengan persamaan sinus. Selain dari itu dapat pula diketahui letak titik-titik perut yaitu pada jarak $x = \frac{1}{4} \lambda, \frac{3}{4} \lambda, \frac{5}{4} \lambda$ dan seterusnya dari penghalang. Sedangkan letak titik-titik simpul pada jarak $x = 0\lambda, \frac{1}{2} \lambda, 1\lambda$ dan seterusnya dari penghalang.

Gambar 2.13 menunjukkan peristiwa terbentuknya gelombang stasioner yang dihasilkan oleh perpaduan gelombang datang dengan gelombang yang terpantul oleh penghalang ujung bebas. Sumber gelombang terletak di sebelah kiri dan penghalang terletak di sebelah kanan.



Gambar 2.13 Gelombang Stasioner pada Penghalang Ujung Bebas

(sumber : www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/mmedia/waves/swf.html)

Gelombang pertama adalah gelombang datang yang memiliki simpangan yang dapat dinyatakan dengan rumus $Y_1 = A \sin [kx_1 - \omega t]$. (x_1 merupakan posisi pada gelombang datang) Gelombang datang ini telah berjalan sejauh $L-x$, yaitu perjalanan dari sumber gelombang ke titik P yang berada pada jarak x dari penghalang. Gelombang kedua adalah gelombang pantul yang memiliki simpangan

yang dapat dinyatakan dengan rumus $Y_2 = A \sin [kx_2 - \omega t]$, (x_2 merupakan posisi pada gelombang pantul). Gelombang pantul ini telah berjalan sejauh $L+x$, yaitu dari sumber gelombang melalui P, penghalang dan tiba kembali di P, gesekan antara ujung tali dengan penghalang diabaikan. Dengan demikian kedua persamaan tersebut dapat dinyatakan dengan :

$$Y_1 = A \sin [k(L-x) - \omega t]$$

$$Y_2 = A \sin [k(L+x) - \omega t] \quad \text{Karena } \sin A + \sin B = 2 \sin \frac{1}{2}(A+B) \cos \frac{1}{2}(A-B),$$

maka hasil superposisinya adalah :

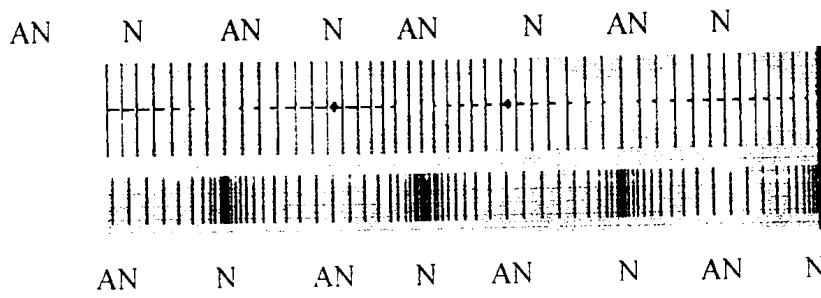
$$Y_{\text{tot}} = 2A \sin [kL - \omega t] \cos kx$$

Dari persamaan tersebut tampak bahwa simpangan gelombang stasioner merupakan fungsi jarak dengan persamaan cosinus. Dari persamaan $\cos kx$ dapat diketahui letak titik-titik perut yaitu pada jarak $x = 0\lambda, \frac{1}{2}\lambda, 1\lambda$ dan seterusnya dari penghalang. Sedangkan letak titik-titik simpul pada jarak $x = \frac{1}{4}\lambda, \frac{3}{4}\lambda, \frac{5}{4}\lambda$ dan seterusnya dari penghalang.

Gelombang stasioner terjadi juga pada gelombang longitudinal. Pada gambar 2.14 sebelah atas tampak gelombang stasioner transversal pada penghalang ujung tetap dan sebelah bawah tampak gelombang stasioner longitudinal (bunyi) pada pipa organa tertutup.

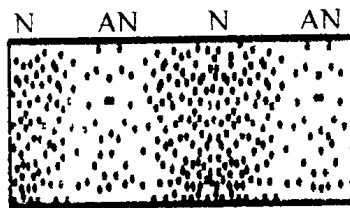
Gelombang stasioner pada gelombang longitudinal terjadi saat gelombang bunyi menjalar pada suatu pipa organa mengalami pemantulan oleh ujung pipa organa tersebut, mirip dengan yang terjadi pada gelombang tali (Sutrisno, 1984). Gelombang stasioner pada gelombang longitudinal pun membentuk titik perut dan

titik simpul. Hal ini tampak dari percobaan dengan menggunakan debu halus yang terdapat pada pipa tertutup yang digetarkan oleh bunyi dengan frekuensi tertentu.



Gambar 2.14 Gelombang Stasioner Transversal dan Longitudinal
(Sumber: <http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/viewtopic.php?t=30>)

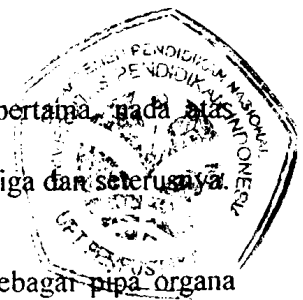
Pada gambar 2.15 tampak titik simpul pada gelombang bunyi ditandai dengan berkumpulnya partikel debu pada tempat-tempat tertentu. Hal ini menyebabkan tekanan udara menjadi maksimum. Pada titik perut, molekul udara bergerak searah dengan lintasan maksimum sehingga tekanan udara menjadi relatif konstan. Karena titik perut memiliki simpangan maksimum, maka energi bunyinya pun maksimum.



GAMBAR 2.15 Simpul dan Perut pada Pipa Organa Tertutup

(Sumber: <http://www.hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/libase/waves/standw.html>)

pada beberapa keadaan, yaitu keadaan dasar atau harmonik pertama, nada atas pertama atau resonansi kedua, nada atas kedua atau resonansi ketiga dan seterusnya.

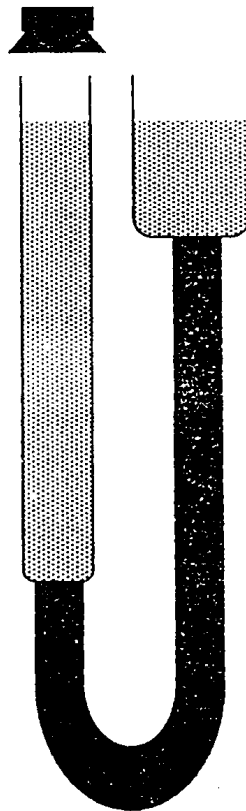


Pada gambar 2.16 tampak sebuah tabung resonansi sebagai pipa organa tertutup yang diisi air secukupnya. Ketinggian permukaan air pada tabung tersebut dapat diatur dengan cara menaikkan atau menurunkan tabung pengontrol. Diatas tabung resonansi tersebut digetarkan sebuah sumber bunyi (pengeras suara) dengan panjang gelombang yang dapat diatur melalui generator audio. Ketinggian air diturunkan perlahan-lahan dari atas ujung pipa. Saat pengeras suara dibunyikan, pada ketinggian tertentu terdengar bunyi yang lebih nyaring dari aslinya. Ini menunjukkan pada tabung resonansi tersebut terjadi gelombang stasioner yang terdiri dari satu simpul dan satu perut atau $\frac{1}{4}\lambda$. Keadaan ini dinamakan resonansi pertama. Simpul terdapat pada permukaan air dan perut terdapat diatas tabung resonansi. Jika ketinggian kolom udara yang diukur dari permukaan air ke ujung atas tabung sebesar L, maka panjang gelombang bunyi tersebut sebesar $4L$. Dengan demikian frekuensi resonansi nada dasar yang terjadi pada kolom tersebut sebesar $f_0 = \frac{1}{4} v/L$.

Jika ketinggian air dibiarkan konstan sebesar L dan sumber bunyi diturunkan panjang gelombangnya dengan menggunakan generator audio hingga terdengar bunyi yang lebih keras dari aslinya, maka pada keadaan tersebut terjadi resonansi kedua. Pada kolom udara terdapat dua simpul dan dua perut atau sebesar $\frac{3}{4}\lambda$. Dengan demikian frekuensi resonansi nada atas pertama yang terjadi pada kolom tersebut sebesar $f_1 = \frac{3}{4} v/L$.

Untuk menemukan resonansi ketiga, ketinggian air dibiarkan konstan sebesar L, sedangkan panjang gelombang (λ) sumber bunyi terus diturunkan hingga terdengar bunyi yang lebih keras berikutnya. Gelombang stasioner yang terbentuk

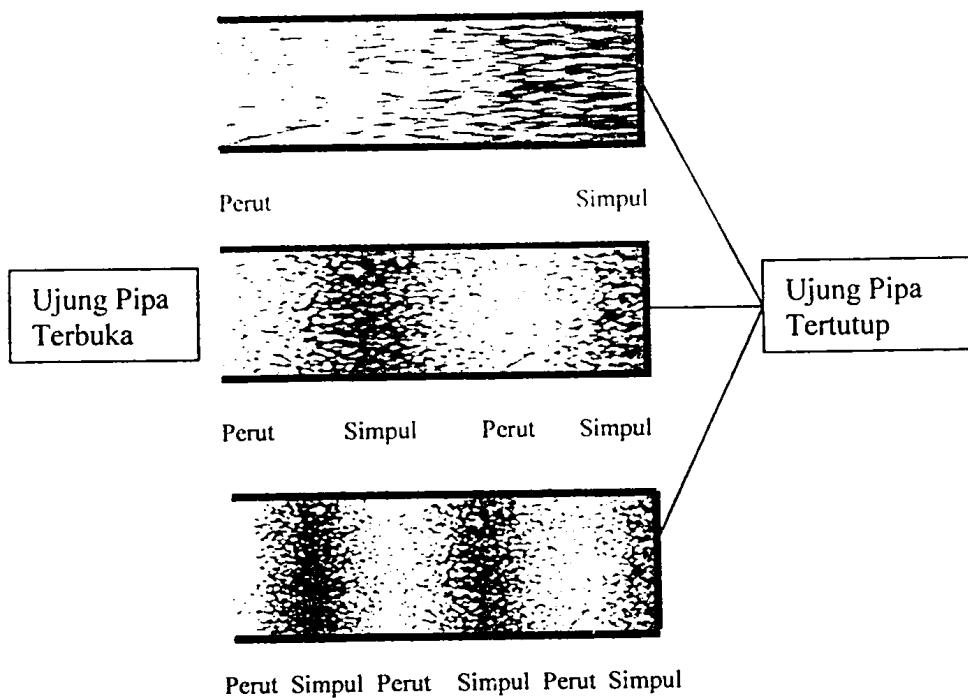
terdiri dari tiga simpul dan tiga perut atau $1\frac{1}{4}\lambda$. Keadaan tersebut dinamakan resonansi ketiga dengan frekuensi resonansi sebesar $f_2 = 1\frac{1}{4} v/L$. Perbandingan dari ketiga keadaan tersebut adalah $f_0 : f_1 : f_2 = 1 : 3 : 5$. Perbandingan ini tampak pada gambar 2.17.



Gambar 2.16 Percobaan Resonansi

Peristiwa-peristiwa resonansi pada pipa organa terbuka dapat dijelaskan melalui percobaan dengan menggunakan seruling. Sebuah seruling yang seluruh lubangnya ditutup kemudian ditiup dengan tiupan yang rendah, maka akan terdengar sebuah bunyi. Bunyi tersebut merupakan peristiwa resonansi pertama. Pada keadaan

tersebut terdapat dua perut dan satu simpul atau sebesar $\frac{1}{2} \lambda$. Bunyi tersebut disebabkan adanya getaran (turbulensi) udara pada pangkal seruling yang ditiup. Bunyi tersebut menjadi lebih keras dari aslinya akibat terjadinya gelombang stasioner pada kolom udara yang terdapat pada seruling tersebut. Jika kolom udara pada seruling memiliki panjang L dan pada kolom udara terdapat $\frac{1}{2} \lambda$, maka panjang gelombang bunyi tersebut sebesar $2 L$. Dengan demikian frekuensi resonansi pertama sebesar $f_0 = \frac{1}{2} v/L$.

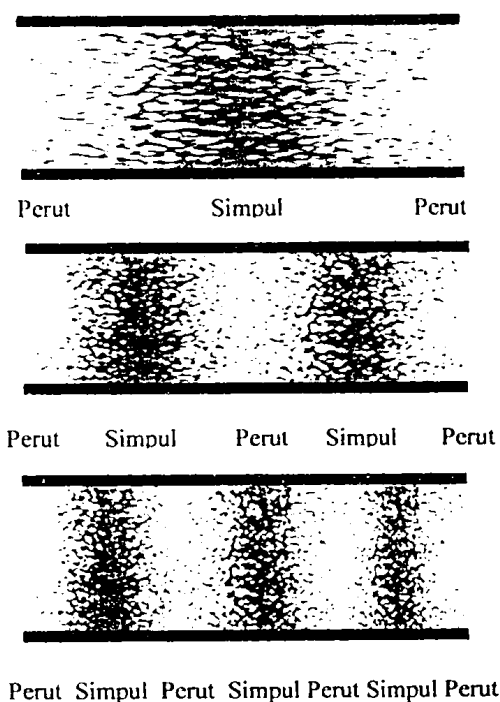


Gambar 2.17 Perbandingan Panjang Gelombang pada Pipa Organa Tertutup.

Jika seruling ditiup dengan tiupan yang agak kuat dan terdengar bunyi yang lebih tinggi dibanding peristiwa pertama tadi, maka bunyi yang lebih tinggi tersebut berasal dari peristiwa resonansi kedua. Pada keadaan ini terdapat tiga perut dan dua simpul atau sebesar 1λ . Jika kolom udara memiliki panjang L dan pada kolom

tersebut terdapat 1λ , maka panjang gelombang bunyi tersebut sebesar L . Dengan demikian pada resonansi kedua diperoleh frekuensi nada atas pertamanya sebesar $f_1 = 1 v/L$.

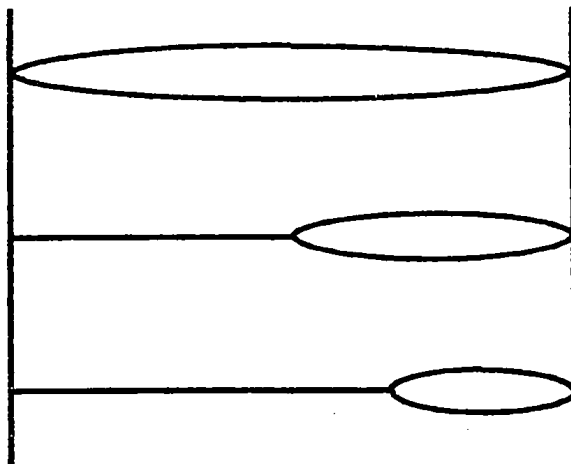
Sedangkan pada resonansi ketiga terdapat empat perut dan tiga simpul. Keadaan ini disebabkan oleh getaran yang memiliki frekuensi lebih tinggi lagi. Pada kolom udara terdapat $1\frac{1}{2} \lambda$. . Jika kolom udara memiliki panjang L dan terdapat $1\frac{1}{2}\lambda$, maka panjang gelombang bunyi tersebut sebesar $\frac{2}{3} L$. Dengan demikian pada resonansi ketiga diperoleh frekuensi nada atas keduanya sebesar $f_2 = 1\frac{1}{2} v/L$. Dari ketiga percobaan tersebut diperoleh perbandingan sebesar $f_0 : f_1 : f_2 = 1 : 2 : 3$. Perbandingan ini tampak pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Perbandingan Panjang Gelombang pada Pipa Organa Tertutup

Peristiwa resonansi terjadi juga pada senar/dawai (Sutrisno,1984). Pada gambar 2.19 a tampak sebuah senar yang panjangnya L_0 dipetik diperoleh dua buah simpul dan satu perut. Bunyi yang terjadi pada senar tersebut merupakan frekuensi nada dasar. Jika senar memiliki panjang L_0 dan pada senar terdapat $\frac{1}{2}\lambda_0$, maka panjang gelombang bunyi sebesar $2L_0$, maka frekuensi nada dasarnya adalah $f_0 = \frac{1}{2} v/L_0$.

Pada gambar 2.19 b panjang senar menjadi $\frac{1}{2} L_0$, saat senar dipetik diperoleh dua buah simpul dan satu perut dengan panjang gelombang sebesar λ_0 . Bunyi yang terjadi pada senar tersebut merupakan frekuensi nada atas pertama. Jika senar memiliki panjang L_0 dan pada senar terdapat λ_0 , maka panjang gelombang bunyi sebesar L_0 , maka frekuensi nada atas pertama tersebut sebesar $f_1 = v/L_0$.



Gambar 2.19 Perbandingan Panjang Gelombang pada Senar

Jika panjang senar L_1 diperpendek menjadi $\frac{1}{3} L_0$, maka tatkala senar dipetik bunyi yang dihasilkan merupakan frekuensi nada atas kedua. Pada frekuensi nada atas kedua, panjang gelombang yang terjadi sebesar $\frac{2}{3}L_0$ sehingga frekuensi nada atas kedua adalah $f_2 = 1\frac{1}{2} v/L$. Dari ketiga peristiwa ini diperoleh

perbandingan sebesar $f_0 : f_1 : f_2 = 1 : 2 : 3$. Perbandingan ini tampak pada gambar 2.19.

b. Layangan

Layangan adalah peristiwa superposisi dua buah gelombang yang frekuensinya berbeda sedikit. Pada gambar 2.20(a) tampak grafik superposisi gelombang pada peristiwa layangan. Untuk menentukan rumus superposisi gelombang, perlu diketahui rumus simpangan dari gelombang-gelombang pembentuknya. Gelombang pertama bergerak ke kanan dengan simpangan yang dapat dinyatakan dengan rumus $Y_1 = A \sin [k_1x + \omega_1t]$ dan gelombang kedua pun bergerak ke kanan dengan simpangan yang dapat dinyatakan dengan rumus $Y_2 = A \sin [k_2x + \omega_2t + \pi]$, Kedua rumus simpangan gelombang tersebut dapat dinyatakan dengan:

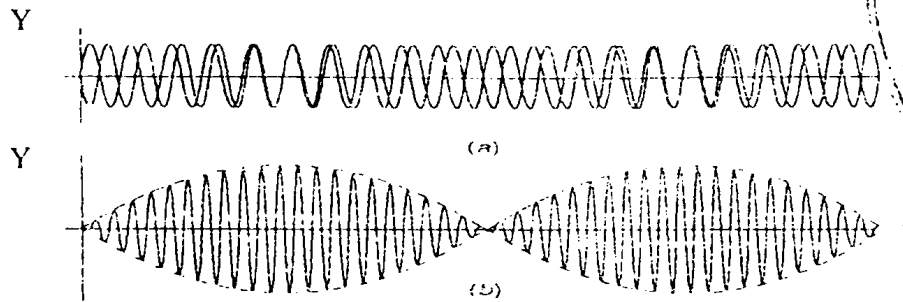
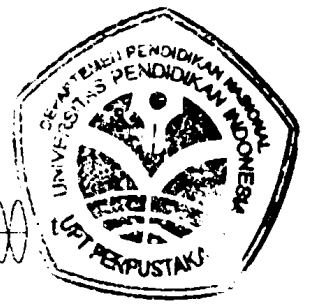
$$Y_1 = A \sin [k_1x + \omega_1t]$$

$$Y_2 = -A \sin [k_2x + \omega_2t] + \quad \text{Karena } \sin A - \sin B = 2 \sin \frac{1}{2}(A-B) \cos \frac{1}{2}(A+B)$$

maka hasil superposisinya adalah :

$$Y_{\text{tot}} = 2A \sin \frac{1}{2}[(\Delta kx - \Delta \omega t)] \cos \frac{1}{2}[(k_1 + k_2)x - (\omega_1 + \omega_2)t]$$

Pada persamaan tersebut tampak variabel x dikombinasikan dengan variabel t , dengan demikian layangan merupakan gelombang berjalan.



Gambar 2. 20 Gelombang pada Peristiwa Layangan

(Sumber dari : Budikase,1996)

Gambar 2.20 menunjukkan grafik peristiwa layangan yang terjadi pada jarak tertentu. Pada gambar 2.20 (b) tampak amplitudo superposisi gelombang berbentuk gelombang modulasi. Menurut Sutrisno (1984) satu gelombang pada peristiwa layangan terdiri dari dua gelombang modulasi.

Dari persamaan superposisi di atas dan melalui pengukuran periode kedua gelombang pada grafik Y-t, tampak bahwa frekuensi layangan dapat diketahui dari persamaan $\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2$.

$$\Delta\omega = 2\pi\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) = 2\pi(f_1 - f_2)$$

dengan demikian persamaan frekuensi layangan adalah :

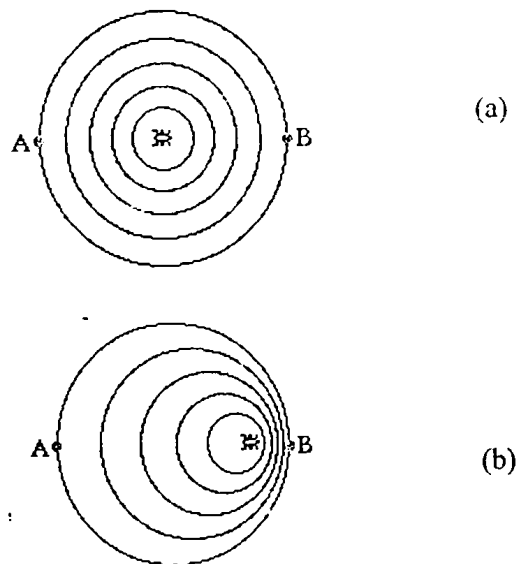
$$f_L = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} = f_1 - f_2$$

Peristiwa layangan pada gelombang bunyi ditandai dengan terdengarnya bunyi keras – lemah – keras secara periodik.

6. Efek Doppler.

Efek Doppler adalah peristiwa berubahnya frekuensi gelombang akibat gerak relatif pengamat terhadap gerak sumber. Apabila sumber dan pengamat baik salah satu atau keduanya bergerak searah, mendekati atau menjauhi, maka gelombang yang merambat tersebut akan mengalami perubahan frekuensi.

Pada gambar 2.21 (a) tampak sumber getaran diam dan gelombang yang terjadi memiliki panjang gelombang yang tetap. Pada gambar 2.21(b) tampak sumber bergerak ke kanan dan panjang gelombang menjadi berubah, sehingga frekuensi gelombang pun akan berubah.



Gambar 2.21 Efek Doppler

(Sumber : www.Physicsclassroom.com)

Secara umum persamaan efek Doppler adalah :

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s$$

f_p = frekuensi yang didengar pengamat
 f_s = frekuensi sumber bunyi
 v = cepat rambat bunyi
 v_p = kecepatan pengamat
 v_s = kecepatan sumber bunyi

Pada persamaan tersebut, kecepatan pengamat (v_p) berharga positif apabila pengamat mendekati sumber. Kecepatan pengamat (v_p) berharga negatif jika menjauhi sumber dan berharga nol apabila ia diam. Kecepatan sumber (v_s) berharga positif apabila menjauhi sumber, berharga negatif jika mendekati sumber dan berharga nol apabila ia diam.

Efek Doppler pada cahaya sebuah bintang yang memiliki kecepatan rambat sebesar c memiliki persamaan khusus karena adanya efek relativitas. Akibat dari efek relativitas dari kecepatan cahaya terhadap kecepatan sumber cahaya, maka kecepatan yang berpengaruh terhadap persamaan efek Doppler adalah kecepatan cahaya dan kecepatan gerak pengamat. Persamaan Efek Doppler tersebut adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{a. } f_p &= f_s \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{c}}{1 + \frac{v}{c}}} = f_s \sqrt{\frac{c - v}{c + v}} \\
 \text{b. } f_p &= f_s \sqrt{\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}} = f_s \sqrt{\frac{c + v}{c - v}}
 \end{aligned}$$

Beiser (1992)

f_p = Frekuensi cahaya yang diamati oleh pengamat (Hz)
 f_s = Frekuensi sumber cahaya (Hz)
 v = Kecepatan gerak pengamat (m/s)
 c = Kecepatan cahaya ($3 \cdot 10^8$ m/s)

Persamaan a berlaku untuk pengamat bergerak mendekat sumber dan persamaan b berlaku untuk pengamat menjauhi sumber.

F. HASIL PENELITIAN YANG RELEVAN

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa siklus belajar memberikan hasil yang baik dalam pembelajaran, seperti :

- 1) Usep Diki Hadiyan (2002) menyimpulkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan siklus belajar dapat meningkatkan perubahan konsepsi tentang pesawat sederhana. Hal ini terlihat dari konsepsi awalnya hanya 26 % dan setelah digunakannya siklus belajar konsep tentang tuas meningkat menjadi 57 %, konsep tentang katrol 54 % dan konsep bidang miring menjadi 40 %. Di samping itu siswa dapat lebih aktif dalam pembelajaran.
- 2) Syuaidi (2000) menyimpulkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan siklus belajar dapat meningkatkan pemahaman dan hasil belajar. Hal ini terlihat dari rata-rata tes awal memperoleh prosentase 33,7 %, setelah digunakan siklus belajar meningkat menjadi 58,7 %. Di samping itu aktivitas siswa meningkat dari rata-rata 10,33 menjadi 89,67. Para siswa merasa lebih mudah memahami dan tidak bosan dalam belajar. Hasil angket sikap menunjukkan bahwa siswa yang menyatakan sangat setuju berjumlah 36,02 % dan yang setuju 63,98 %.

