**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

1. **Deskripsi Teori**
2. **Cepat Rambat**

Cepat Rambat adalah jarak yang ditempuh arah perpindahan energi tiap satuan waktu. Dalam hal ini cepat rambat yang digunakan untuk gelombang adalah cepat rambat gelombang yang jika pada seutas tali diberikan energi akan terlihat naik-turun yang tegak lurus terhadap perambatannya.

Seutas tali diberikan gangguan, posisi awal tali adalah A. Setelah tali dilalui oleh gelombang energi yang berada pada posisi A berpindah dan dibawa menuju posisi A’, hal ini yang disebut dengan arah rambat gelombang.

Gelombang pada tali memerlukan medium dalam perambatannya, yaitu tali itu sendiri. Ketika sebuah tali digetarkan secara berulang-ulang atau periodik, maka gelombang akan bergerak merambat di sepanjang tali tersebut yang arahnya menjauhi sumber getarnya. Apakah talinya ikut bergerak? Sekilas mungkin nampaknya tali ikut bergerak, tetapi sesungguhnya diam. Lalu, apa yang bergerak, sehingga gelombang dapat bergerak? Gelombang membawa energi. Ingat kembali bahwa gelombang pada tali berasal dari gangguan atau usikan ketika tali digerakkan atau digetarkan. Kita tahu bahwa setiap benda yang bergerak selalu mempunyai energi. Energi ini diteruskan melalui medium tali di sepanjang tali.

1. **Gelombang**

**Gelombang** adalah sebarang gangguan dari kondisi kesetimbangan yang merambat dari satu daerah ke daerah yang lainnya[[1]](#footnote-2). Gelombang merupakan proses merambatnya suatu getaran yang tidak disertai dengan perpindahan medium perantaranya, tetapi hanya memindahkan energi.

Gerak gelombang muncul dihampir tiap-tiap cabang fisika. Gelombang mekanis berasal di dalam pergeseran dari suatu bagian medium elastis dari kedudukan normalnya. Sifat-sifat medium yang menentukan laju sebuah gelombang melalui medium tersebut adalah inersianya dan elastisitasnya. Kedua faktor ini bersama-sama akan menentukan laju gelombang[[2]](#footnote-3).

Gerak gelombang dapat dipandang sebagai perpindahan energi dan  momentum dari satu titik di dalam ruang ke titik lain tanpa perpindahan  materi. Pada gelombang mekanik, seperti gelombang pada tali atau  gelombang bunyi di udara, energi dan momentum dipindahkan melalui  gangguan dalam medium[[3]](#footnote-4).

Jika kita menggoyang salah satu ujung tali (atau pegas) dan ujung yang satunya tetap, suatu gelombang yang kontinu akan merambat ke ujung yang tetap dan dipantulkan kembali, dengan terbalik. Sementara kita menggetarkan tali tersebut, akan ada gelombang yang merambat di kedua arah, dan gelombang yang merambat ke ujung tetap akan berinterferensi  dengan gelombang pantulan yang kembali. Biasanya akan ada kekacauan. Tetapi jika kita menggetarkan tali dengan frekuensi yang tepat, kedua gelombang akan berinterferensi sedemikian sehingga akan dihasilkan gelombang berdiri dengan amplitudo besar.

Gelombang ini disebut “gelombang berdiri” karena tampaknya tidak merambat. Tali hanya berosilasi ke atas ke bawah dengan pola yang tetap. Titik interferensi destruktif, dimana tali tetap diam, disebut simpul; titik-titik interferensi konstruktif, dimana tali berosilasi dengan amplitudo maksimum, disebut perut. Simpul dan perut tetap di posisi tertentu untuk frekuensi tertentu. Gelombang berdiri dapat terjadi pada lebih dari satu frekuensi.

Oleh karena gelombang itu merambat (bergerak), maka gelombang memiliki kelajuan, yang dinamakan cepat rambat gelombang. Cepat rambat gelombang ini sangat bergantung pada jenis gelombang dan medium dimana gelombang merambat. Apabila Ada perhatikan kilat dan Guntur Kilat merupakan salah satu contoh gelombang cahaya sedangkan guntur adalah contoh dari gelombang bunyi. Walaupun kilat dan guntur terjadi pada waktu bersamaan, tetapi cahaya kilat selalu kita lihat terlebih dahulu dibandingkan bunyi guntur. Hal ini disebabkan cahaya dan bunyi memiliki cepat rambat yang berbeda-beda.

1. **Cepat Rambat Gelombang**

Cepat rambat gelombang didefinisikan sebagai perbandingan antara perpindahan (s) terhadap selang waktu (t) atau secara matematis dituliskan . Ketika gelombang berpindah atau menempuh jarak sejauh satu panjang gelombang, maka waktu yang diperlukannya adalah periode gelombang itu sendiri, dan secara matematis dituliskan:

Karena periode merupakan kebalikan dari frekuensi, atau , maka periode (T) pada persamaan diatas dapat diganti oleh besaran frekwensi, sehingga cepat rambat gelombang merupakan perkalian panjang gelombang dengan frekwensinya, dan secara matematis persamaannya menjadi:

Gelombang transversal, yaitu gelombang yang arah rambatannya tegak lurus dengan arah getarannya. Contoh gelombang transversal adalah gelombang tali. Ketika kita menggerakan tali naik turun, tampak bahwa tali bergerak naik turun dalam arah tegak lurus dengan arah gerak gelombang. Perhatikan Gambar 2.1.

 

 Gambar 2.1. Gelombang transversal pada tali

Ketika kita menggerakan tali naik turun, tampak bahwa tali bergerak naik turun dalam arah tegak lurus dengan arah gerak gelombang. Bentuk gelombang transversal tampak seperti pada Gambar 2.2.

 

 Gambar 2.2. Bentuk gelombang Tranversal pada tali

Pada Gambar 2.2, tampak bahwa gelombang merambat ke kanan pada bidang horisontal, sedangkan arah getaran naik-turun pada bidang vertikal. Garis putus-putus yang digambarkan di tengah sepanjang arah rambat gelombang menyatakan posisi setimbang medium (misalnya tali atau air). Titik tertinggi gelombang disebut  puncak  sedangkan titik terendah disebut lembah. Amplitudo adalah ketinggian maksimum puncak atau kedalaman maksimum lembah, diukur dari posisi setimbang. Jarak dari dua titik yang sama dan berurutan pada gelombang disebut panjang gelombang (disebut lambda – huruf Yunani). Panjang gelombang juga bisa juga dianggap sebagai jarak dari puncak ke puncak atau jarak dari lembah ke lembah. Jarak yang ditempuh getaran dalam satu periode disebut *panjang gelombang (*λ*).*

Pada gelombang transversal, satu gelombang terdiri atas 3 simpul dan 2 perut. Jarak antara dua simpul atau dua perut yang berurutan disebut setengah panjang gelombang atau ½ λ. Amplitudo (A) adalah nilai mutlak simpangan terbesar yang dapat dicapai partikel. Periode (T) adalah selang waktu yang diperlukan untuk menempuh dua puncak berurutan atau jarak antara dua dasar berurutan. Jika cepat rambat gelombang *v* dan periode getarannya *T*,  maka :

λ = *v T atau*λ= *v/f,   v=*λ*f   ...........................................*1.1

Dengan

 *v =*cepat rambat gelombang

λ = panjang gelombang

*T* = periode

*f*= frekuensi

Jika ujung salah satu tali kita ikatkan pada beban yang tergantung pada pegas vertikal, dan pegas kita getarkan naik turun,maka getaran pegas akan merambat pada tali seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3. Jika Anda mengamati secara seksama, maka amplitudo (simpangan maksimum) dari gelombang yang merambat pada tali selalu tetap (tidak berubah). Gelombang merambat yang selalu memiliki amplitudo tetap digolongkan sebagai gelombang berjalan.



|  |  |
| --- | --- |
| Gambar.2.3. Gelombang berjalan ke kanan dengan titik asal getaran adalah titik O. | Gambar.2.4. Gelombang berjalan ke kanan dengan cepat rambat *v.* |
|  |  |

Ada juga gelombang merambat yang amplitudonya selalu berubah (dalam kisaran nol sampai nilai maksimum tertentu). Gelombang merambat seperti ini disebut gelombang stasioner. Kita awali dengan terlebih dahulu menentukan[persamaan gelombang berjalan](http://fisikon.com/kelas3/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=13).

1. **Hukum Melde**

Hukum Melde adalah percobaan yang menyelidiki hubungan antara kecepatan merambat gelombang transversal stasioner pada tali terhadap tegangan tali serta massa tali tiap satu satuan panjang.

Jenis gelombang ini tiap titik pada tali menggetar dengan amplitudo yang berbeda-beda. Bagian tali ada yang menggetar dengan amplitudo terbesar dan disebut perut (P), dan yang terkecil disebut simpul (S). Simpul ini terjadi karena titik pada tali oleh gelombang datang dan pantul masing-masing menggetarkan titik hingga mempunyai simpangan arah getar yang selalu berlawanan, maka saling menghapus akibatnya titik di daerah ini tidak menggetar. Sedang perut terjadi karena baik gelombang datang dan pantul masing-masing menggetarkan titik pada tali ini memperkuat dan membentuk perut. Jarak antara 3 simpul berurutan pada tali disebut *λ*, sedangkan antara simpul dan perut yang berurutan = ¼ *λ*.

Kesimpulandari percobaan ini adalah:

* Untuk panjang kawat yang tetap, kecepatan perambatan gelombang berbanding terbaik dengan akar massa kawat.
* Untuk massa kawat tetap, cepat rambat gelombang berbanding lurus dengan akar panjang kawat.
* Cepat rambat gelombang dalam dawai berbanding lurus dengan akar gaya tegangan dalam kawat.

Persamaannya dapat dituliskan:

Karena SI k=1, dan , maka:

1. **Deret Fourier**

Deret fourier adalah suatu deret yang banyak digunakan dalam bidang rekayasa. Deret ini pertama sekali ditemukan oleh seorang ilmuwan Perancis Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768-1830). Deret yang selanjutnya dikenal sebagai Deret Fourier ini merupakan deret dalam bentuk sinusoidal (sinus dan cosinus) yang digunakan untuk merepresentasikan fungsi-fungsi periodik secara umum. Selain itu, deret ini sering dijadikan sebagai alat bantu dalam menyelesaikan persamaan diferensial, baik persamaan diferensial biasa maupun persamaan diferensial parsial. Teori dasar dari deret Fourier cukup rumit. Meskipun demikian, aplikasinya sangat sederhana. Deret Fourier ini lebih umum dibandingkan dengan deret Taylor. Hal ini disebabkan karena dalam banyak permasalahan praktis yang terkait dengan fungsi periodik tak kontinu dapat diselesaikan dengan menggunakan deret ini dan tidak ditemukan pada Deret Taylor.

* **Fungsi Genap dan Fungsi Ganjil**

Sebuah fungsi disebut sebagai fungsi *ganjil* kalau . Dengan demikian adalah fungsi-fungsi ganjil.

Sebuah fungsi disebut sebagai fungsi *genap* kalau . Dengan demikian adalah fungsi-fungsi genap.

Pada deret fourier untuk fungsi ganjil, hanya suku-suku yang mengandung sinus saja yang akan muncul. Pada deret fourier pada fungsi genap, hanya suku-suku yang mengandung cosinus saja yang akan muncul (akan tetapi kemungkinan juga akan terdapat suku konstan, yang dalam hal ini dianggap sebagai suku cosinus).

* **Deret Sinus atau Cosinus Setengah Jangkauan (Half-Range)**

Deret sinus atau cosinus setengah jangkauan adalah suatu deret yang hanya mempunyai suku-suku yang mengandung sinus atau cosinus saja. Apabila diinginkan suatu deret setengah jangkauan yang sesuai dengan fungsi yang diberikan, fungsi yang dimaksud biasanya dapat ditentukan pada interval [yaitu setengah dari interval dan karenanya disebut setengah jangkauan] dan kemudian fungsi tersebut adalah fungsi ganjil atau fungsi genap, sehingga pada separo interval yang lain, yaitu , fungsi terseebut dapat dengan jelas ditentukan. Dalam hal yang demikian didapat

* **Pengintegralan dan Pendiferensialan Deret Fourier**

Untuk deret Fourier dapat diintegralkan suku demi suku dari a ke x, dan deret yang dihasilkan akan konvergen seragam terhadap dengan syarat kontinu bagian demi bagian dalam dan serta berada dalam interval ini[[4]](#footnote-5).

* **Pemakaian Fourier Series**

Ada banyak sekali pemakaian deret Fourier untuk menyelesaikan masalah – masalah nilai batas. Sebagai contoh :

* Aliran panas
* Persamaan Laplace
* Sistem Getaran

Dalam hal ini kami akan menganalisis pemakaian deret fourier dalam sistem getaran.

Persamaan gelombang

Notasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah

*v* = frekuensi (1/sec)

*λ* = panjang gelombang

*v = λv* = cepat rambat gelombang

*ω = 2πv* = radian

Ketika tali diberikan getaran, y pada posisi sepanjang X(x,t). Dan kita selalu mengangsumsikan y bernilai kecil, maka

Substitusi

Dimana, *ω = kv*, maka

Dalam gelombang berdiri kita mendapati saat x = 0 dan x = 1, nilai yang kita gunakan hanya sin kx saja, dan ketika kl = 0 maka didapat *k = nπ/l*, maka parsialnya adalah

Untuk tinjauan x = 0 dan kita harus mendapatkan t = 0 dengan menggunakan persamaan

Dan menggunakan deret fourier

Saat t = 0, maka didapat y0 = f(x)

Atau jika kita menggunakan ye = 0 saat t = 0, kita harus menggunakan persamaan . Karena jika menggunakan persamaan , kita tidak akan dapat mendeterminasikan saat t = 0.

Maka kita akan mendapatkan kelajuan V(x)

Karena kita akan mencari simpangan gelombang (y), jadi

Harga terbesar dari , untuk setiap t adalah1

Dan dianggap sebagai A. Maka simpangan gelombang adalah

1. **Kerangka Berfikir**

Seutas tali salah satu ujungnya diikatkan pada sebuah lengan penggerak vibrator, sedangkan ujung lainnya dilewatkan pada sebuah katrol dan di beri beban untuk memberi tegangan pada tali tersebut. Jika vibrator digetarkan, maka didalam tali akan terjadi gelombang berjalan. Dengan mengatir tegangan tali, maka kita dapatkan bentuk gelombang berdiri yang kita kehendaki.

 

Gambar 2.5 percobaan melde

Jarak dua simpul yang beraturan adalah 1/2, atau

 .................... (1)

Dimana :

 L : jarak simpul terjauh

 S : jumlah simpul yang terjadi sepanjang L

Cepat rambat gelombang dirumuskan:

 .....................(2)

Atau

Sehingga dari persamaan 2 dapat diperoleh frekuensi gelombang

 ...................... (3)

Dimana :

 : Panjang Gelombang (m)

T : Tegangan Tali

 : Massa Persatuan Panjang Tali (kg/m)

Bila seutas tali dengan tegangan tertentu digetarkan secara terus menerus maka akan terlihat suatu bentuk gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambat gelombang, gelombang ini dinamakan gelombang transversal. Jika kedua ujungnya tertutup, gelombang pada tali itu akan terpantul – pantul dan dapat menghasilkan gelombang stasioner yang tampak berupa simpul dan perut. Sesuai dengan percobaan Melde, maka Melde merumuskan bahwa

Dimana:

 v : cepat rambat gelombang tali (m/s)

 F : gaya tegang tali (N)

 : massa persatuan panjang tali (kg/m)

Dengan

1. **Hipotesis**
* cepat rambat gelombang pada tali berbanding lurus dengan akar kuadrat tegangan tali (F)
* cepat rambat gelombang pada tali berbanding terbalik dengan akar kuadrat massa per satuan panjang tali (μ)
1. Young. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh jilid 2*. 2003. Hal 22 [↑](#footnote-ref-2)
2. Resnick, Halliday. *Fisika Jilid 1*. Jakarta: Erlangga. 1991. Hal 609-610 [↑](#footnote-ref-3)
3. Tippler. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga. 1998. Hal 471 [↑](#footnote-ref-4)
4. Schaum. *Kalkulus Lanjut Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga. 2006. Hal 269 [↑](#footnote-ref-5)