

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Gelombang

Gelombang adalah gejala dari perambatan usikan (gangguan) di dalam suatu medium. Pada peristiwa rambatan tersebut tidak disertai dengan perpindahan tempat yang permanen dari materi – materi medium. Rambatan dari usikan (gangguan) itu merupakan rambatan energi.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi turut mendorong terciptanya alat pengirim dan penerima informasi yang mempunyai cara kerja dengan mengirim atau menerima gelombang. Tanpa disadari setiap makhluk hidup di bumi ini hidup dalam lautan gelombang. Sinar matahari, sinar kosmis yang setiap saat menghujani bumi, suara bising di jalan, sampai gelombang radio dari seluruh pemancar di seluruh dunia, berkelebatan tak henti – hentinya di sekitar makhluk hidup di bumi ini. Sayangnya hanya sedikit gelombang yang dapat terlihat oleh mata manusia secara langsung, seperti gelombang laut, gelombang diam pada senar gitar.(Linggih,1998,h:230)

Gelombang dapat dikelompokkan menjadi 2 bagian :

a. Gelombang Elektromagnetik

Yang termasuk gelombang elektromagnetik di antaranya: cahaya, gelombang radio, gelombang tv, gelombang radar, sinar infra merah, sinar ultraviolet, sinar X dan sinar gamma.

b. Gelombang Mekanik

Sedangkan yang termasuk gelombang mekanik adalah : gelombang bunyi, gelombang pada tali, gelombang permukaan air.

2.1.1 Jenis Gelombang

Gelombang menurut arah getarnya dibagi dalam dua bagian, yaitu:

A. Gelombang Transversal

adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus arah perambatannya. Sehingga bentuk dari gelombang transversal terdapat bukit dan lembah gelombang. contoh: gelombang pada tali dan gelombang permukaan air.

Terdapat tiga hal penting yang mendukung terbentuknya gelombang transversal yaitu:

1. Adanya gaya tali yang menimbulkan perpindahan pada waktu pulsa melewatinya.
2. Tali harus bersifat elastik.
3. Tali harus mempunyai kelembaman, sehingga akan menghasilkan getaran harmonis yang sederhana.

B. Gelombang Longitudinal

adalah gelombang yang arah getarnya berimpit atau searah dengan arah rambat gelombang. Suatu gelombang longitudinal tidak menyatakan suatu deretan bukit atau lembah gelombang. tetapi suatu deretan rapatan dan renggangan. Rapatan dan renggangan gelombang longitudinal dapat

dilihat pada sebuah kawat spiral yang dibentangkan mendatar. contoh:
gelombang pada pegas dan gelombang bunyi.

2.1.2 Sifat Umum Gelombang

Gelombang mempunyai beberapa sifat umum, yaitu:

1. Gelombang dapat mengalami pemantulan (refleksi)

Pada setiap pemantulan gelombang akan berlaku sudut datang gelombang sama dengan sudut pantulnya. Gelombang datang, garis normal dan gelombang pantul terletak pada satu bidang datar. Pemantulan gelombang dapat terlihat pada dinding kolam, bila pada permukaan air kolam yang tenang diberikan usikan atau gangguan maka pada permukaan air akan timbul gelombang berbentuk lingkaran yang mengembang. Bila gelombang sampai pada dinding kolam akan timbul pula gelombang pantul, tetapi arah mengembang berlawanan arah dengan gelombang datang.

2. Gelombang dapat mengalami pembiasan (refraksi)

Bila dalam perambatannya, sebuah gelombang melewati bidang batas dua medium, maka arah gelombang datang tersebut akan mengalami pembelokkan, arah pembelokkan gelombang ini disebut dengan pembiasan. Hukum Snellius menyebutkan,

“bila gelombang datang dari medium lebih rapat ke medium kurang rapat maka gelombang akan dibiaskan mendekati garis normal, dan sebaliknya”

Jadi dalam pembiasan gelombang besar kecepatan gelombang akan berubah, demikian juga panjang gelombangnya akan berubah, yang tetap adalah frekuensi gelombang. (Kamajaya, 1990, h: 218)

3. Gelombang dapat mengalami penggabungan (interferensi)

Apa yang terjadi bila dua buah gelombang atau lebih saling bertemu? Pada benda pertemuan akan menyebabkan terjadinya tumbukan, benda yang satu akan terpental dari benda yang lain. Tumbukan seperti itu tidak pernah terjadi pada gelombang, dua gelombang yang bertemu akan saling lewat begitu saja seakan – akan merambat sendiri – sendiri tanpa halangan. Untunglah demikian, karena jika tidak kita tentu mengalami banyak kesulitan dalam berkomunikasi. Orang yang bercakap – cakap tidak akan dapat mendengarkan perkataan lawan bicaranya karena terbentur oleh suaranya sendiri.

Dengan menggunakan sebuah tangki riak juga dapat dilakukan percobaan untuk menentukan interferensi dua buah gelombang. Di dalam tangki riak akan tampak suatu pola akibat perpaduan antara dua buah gelombang. Perpaduan antara dua buah gelombang atau lebih pada suatu tempat pada saat yang bersamaan itulah yang di sebut interferensi. (Prasetio, 1992, h:87)

4. Gelombang dapat mengalami lenturan (difraksi)

Bila suatu gelombang melewati suatu penghalang yang mempunyai celah sempit, maka menurut *Huygens*, titik – titik pada celah yang sempit itu akan menjadi sumber gelombang yang baru dan meneruskan gelombang tersebut ke segala arah.

Jadi yang melewati celah sempit itu akan mengalami lenturan yang disebut dengan difraksi. (Kamajaya, 1990, h: 220)

2.2 Frekuensi, Periode dan Cepat Rambat Gelombang

Gelombang merupakan getaran yang merambat, getaran adalah gerak bolak – balik secara berulang melalui titik setimbangnya. Getaran pada ayunan sederhana yang dilakukan dengan mengikat sebuah beban ringan pada seutas tali, memiliki gaya yang besarnya berbanding lurus dengan simpangannya. Arahnya selalu menuju kedudukan setimbang. (Gunawan, 2000, h: 108)

2.2.1 Frekuensi

Frekuensi gelombang adalah banyaknya gelombang yang terjadi dalam satu satuan waktu. Frekuensi dinotasikan dengan huruf “f” dan dengan satuan Hertz atau biasa disingkat dengan Hz.

Rumus untuk mencari besarnya frekuensi : $f = \frac{1}{T}$

2.2.2 Periode

Periode adalah selang waktu yang diperlukan untuk menempuh satu gelombang. Periode dinotasikan dengan huruf “T” dan satuannya adalah detik. Yang disebut dengan gelombang sempurna pada gelombang transversal adalah gerakan gelombang dari kedudukan setimbang ke puncak gelombang kemudian kembali ke kedudukan setimbang lalu ke lembah gelombang sampai kembali ke kedudukan setimbang.

2.2.3 Cepat Rambat

Gelombang yang merambat lurus dari satu titik ke titik yang lainnya memerlukan waktu, dengan kata lain gelombang memiliki kecepatan untuk merambat. Jadi cepat rambat gelombang adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang dalam satu satuan waktu. Cepat rambat gelombang diberi lambang “V” dengan satuan m/detik.

Rumus untuk mencari cepat rambat gelombang : $V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$

ket : V : cepat rambat gelombang
 λ : panjang gelombang
 T : periode
 f : frekuensi

2.3 Medan Magnetik

Sifat magnetik dari mineral magnetik (Fe_3O_4) yang terdapat dalam batu – batuan di *Magnesia* (nama suatu daerah di Asia Kecil) diketahui oleh bangsa Yunani sejak beberapa abad yang lalu (sekitar tahun 600 SM). Pada jaman itu sejumlah orang mengetahui bahwa magnetik atau batu bermuatan mempunyai sifat dapat menarik partikel – partikel besi ke arahnya. *Thales*, seorang ahli matematika dan astronomi berkebangsaan Yunani (640 – 546 SM) dikenal sebagai orang yang banyak menaruh perhatian kepada sifat tersebut. (Kanginan, 1996, h:150)

Kata magnet tampaknya berasal dari *magnesia*, tempat dimana orang menemukan batu bermuatan pertama kali. Cina merupakan bangsa yang pertama menggunakan batu bermuatan ini sebagai kompas (petunjuk arah) baik di darat

maupun di laut. Catatan sejarah menunjukkan bahwa pelayaran antara Kanton, Cina dan Sumatera pada tahun 1000 sudah dilakukan berdasarkan petunjuk arah kompas magnetik.

Pada saat sekarang, manusia telah dapat membuat magnet dari besi, baja, atau campuran logam lainnya. Magnet banyak digunakan dalam perangkat elektronik seperti mikropon, telepon, bel listrik, dan banyak peralatan elektronik lainnya. Elektromagnet (magnet listrik) yang menghasilkan medan magnetik kuat dapat digunakan untuk mengangkat barang – barang rongsokan yang terbuat dari bahan logam yang sangat berat.

2.3.1 Medan Magnetik di Sekitar Sebuah Magnet

Seperti yang kita ketahui, apabila sebuah magnet permanen digantung horisontal dan bebas berputar, serta di dekatnya tidak ada bahan – bahan lain yang bersifat magnet, maka ujung magnet permanen tersebut selalu akan berputar dan berhenti setelah sejajar dengan arah utara – selatan bumi. Ujung magnet yang menunjuk arah utara disebut kutub utara sedangkan yang menunjuk arah selatan disebut kutub selatan. Bila kita menempatkan magnet lain.

Di dekat sebuah magnet maka magnet tersebut akan mengalami gaya tarik atau gaya tolak. Sehingga dapat didefinisikan bahwa *medan magnetik adalah ruang di sekitar magnet di mana magnet – magnet lainnya yang diletakkan dalam ruang ini akan merasakan atau mengalami gaya magnetik.* (Kanginan, 1996, h:152). Seperti halnya medan listrik, medan magnetik dapat digambarkan dengan garis – garis khayal yang dinamakan garis – garis medan atau garis – garis gaya. Bentuk medan magnetik

ditunjukkan oleh pola yang dibentuk oleh garis – garis medan magnetik. Seperti garis – garis medan listrik, ada tiga aturan untuk medan magnetik, yaitu:

- a. Garis – garis medan magnetik tidak pernah saling berpotongan.
- b. Garis – garis medan magnetik selalu mengarah radial ke luar menjauhi kutub utara dan mengarah radial ke dalam mendekati kutub selatan.
- c. Tempat dimana garis – garis medan magnetik rapat menyatakan medan magnetik kuat, sebaliknya tempat dimana garis – garis medan magnetik renggang menyatakan medan magnetik lemah.

2.3.2 Percobaan Oersted

Percobaan Oersted dilakukan dengan menempatkan sebuah kompas di dekat suatu penghantar yang dialiri arus listrik. Ketika arus listrik dialirkan melalui penghantar, ternyata jarum kompas menyimpang. Dengan menukar polaritas baterai, yang berarti membalikkan arah arus yang melalui penghantar, ternyata jarum kompas menyimpang dengan arah sebaliknya. Jika sebelumnya jarum kompas menyimpang ke kanan, maka dengan berbaliknya arus yang melalui penghantar, jarum kompas menyimpang ke kiri.

Dari percobaan Oersted dapat disimpulkan:

- a. Di sekitar penghantar yang dialiri arus listrik terdapat medan magnetik.
- b. Arah gaya magnetik yang menyimpangkan jarum kompas bergantung pada arah arus listrik yang mengalir dalam penghantar.

2.4 Gelombang Elektromagnetik

2.4.1 Teori Maxwell

Dengan mengkaji pada gejala – gejala kelistrikan dan kemagnetan, maka pada tahun 1864 *James Clark Maxwell* mengemukakan suatu hipotesa:

“Karena perubahan medan magnet dapat menimbulkan medan listrik, maka sebaiknya perubahan medan listrikpun akan dapat menimbulkan perubahan medan magnet.”

Hipotesa inilah yang akan dipakai untuk menerangkan terjadinya gelombang elektromagnetik. (Kamajaya, 1990, h:126)

Dua buah bola isolator yang satu diberikan muatan positif dan yang satu lagi diberikan negatif. Keduanya diikat dengan pegas, kemudian digetarkan, sehingga jarak antara keduanya akan berubah – ubah terhadap waktu.

1. Kedua muatan akan menimbulkan medan listrik di sekitarnya yang berubah – ubah dengan waktu.
2. Menurut Maxwell perubahan medan listrik ini akan menimbulkan medan magnet yang juga berubah – ubah terhadap waktu.
3. Dengan adanya perubahan medan magnet yang digambarkan oleh Maxwell, maka akan timbul kembali medan listrik yang besarnya juga berubah – ubah.
4. Demikian seterusnya sehingga akan terdapat proses berantai dari pembentukan medan magnet dan medan listrik yang menjalar ke segala arah.

Baru setelah *James Clark Maxwell* meninggal dunia, hipotesa yang dikemukakan oleh Maxwell dapat dibuktikan kebenarannya oleh *Heinrich Rudolph Hertz*. Hasil percobaan yang dilakukan oleh Hertz meyakinkan adanya gelombang elektromagnetik seperti hipotesa Maxwell, yang merambat dengan kecepatan cahaya dan memiliki sifat – sifat yang sama seperti cahaya.

2.4.2 Sifat dan Penggunaan Gelombang Elektromagnetik

Sesuai dengan sifat cahaya, gelombang elektromagnetik mempunyai sifat - sifat sebagai berikut:

- a) Dapat merambat pada ruang hampa
- b) Merupakan gelombang transversal, yaitu arah getarnya tegak lurus dengan arah perambatannya.
- c) Dapat mengalami polarisasi.
- d) Dapat mengalami pemantulan (refleksi).
- e) Dapat mengalami pembiasan (refleksi).
- f) Dapat mengalami interferensi.
- g) Dapat mengalami lenturan (difraksi).
- h) Arah perambatannya tidak dibelokkan baik pada medan listrik maupun medan magnet.

Gelombang elektromagnetik pada saat ini dapat digunakan dalam banyak sektor, berikut penerapannya:

a. Gelombang Radio

Gelombang radio mempunyai daerah frekuensi antara 10^4 sampai 10^7 hertz, yang dipergunakan sebagai alat komunikasi. Gelombang ini digunakan sebagai pembawa informasi dari satu tempat ke tempat lain. Karena sifatnya yang mudah dipantulkan oleh lapisan ionosfer bumi, maka gelombang radio dapat mencapai tempat - tempat di bumi yang jaraknya sangat jauh dari pemancar radio. Informasi yang berupa suara dibawa oleh gelombang radio sebagai perubahan amplitudo yang disebut *modulasi amplitudo*, maupun sebagai perubahan frekuensi yang disebut *modulasi frekuensi*. (Kamajaya, 1990, h:130)

Pesawat televisi dan pesawat radio FM (Frequency Modulation) menggunakan gelombang modulasi frekuensi ini sebagai pembawa informasi. Informasi yang dibawa dengan cara modulasi frekuensi lebih unggul bila dibandingkan dengan cara modulasi amplitudo (AM), sebab pada pemancar AM biasanya terdengar derau akibat peristiwa - peristiwa kelistrikan di udara yang dapat mengganggu amplitudo gelombang. Tetapi di lain pihak, gelombang FM tidak dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer bumi, jadi tidak dapat mencapai tempat - tempat yang jauh di permukaan bumi.

b. Gelombang Televisi

Mempunyai frekuensi sedikit lebih tinggi dari gelombang radio, gelombang televisi ini merambat lurus, tidak dapat dipantulkan oleh

lapisan – lapisan atmosfer bumi. untuk menangkap siaran televisi di Jakarta, untuk wilayah Bandung memerlukan sebuah stasiun penghubung (relay). Demikian juga untuk daerah yang lebih jauh lagi diperlukan satelit sebagai stasiun penghubung.

c. Gelombang Radar

Radar merupakan singkatan dari Radio Detection And Ranging, menggunakan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi sekitar 10^{10} hertz. Antena radar dapat bertindak sebagai pemancar dan penerima gelombang. Pancaran dilakukan secara terarah dalam bentuk pulsa dalam selang waktu tertentu, bila pulsa tersebut mengenai sasaran, misalnya pesawat terbang maka akan ada pulsa pantul yang sebagian akan diterima kembali oleh antena radar. (Gunawan, 2000, h: 168)

Selain untuk mendeteksi sasaran, radar juga dapat dipergunakan membantu keamanan pendaratan pesawat - pesawat terbang penumpang. Dengan menggunakan radar, cuaca yang buruk tidak lagi merupakan penghambat pendaratan pesawat di bandara.

d. Sinar Infra Merah

Radiasi sinar infra merah meliputi frekuensi $10^{11} - 10^{14}$ hertz, frekuensi ini dapat dihasilkan oleh getaran atom - atom dalam bahan. Getaran atom - atom pada suatu molekul dapat juga memancarkan gelombang elektromagnetik pada frekuensi - frekuensi yang khas dalam daerah infra

merah, sehingga spektroskopi infra merah kini merupakan salah satu alat yang penting untuk mempelajari struktur molekul.

Selain itu dengan menggunakan pelat - pelat potret yang peka terhadap gelombang infra merah, pesawat udara yang terbang tinggi ataupun satelit - satelit dapat membuat foto permukaan bumi.

e. Sinar Tampak

Merupakan sinar yang dapat membantu penglihatan manusia, supaya benda – benda dapat terlihat oleh mata diperlukan sinar tampak atau cahaya. Berada pada frekuensi yang cukup sempit dengan panjang gelombang antara $3900 \text{ \AA} - 7800 \text{ \AA}$ dengan spektrum warna: merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu. (Kamajaya, 1990, h:135)

f. Sinar Ultra Violet

Kebanyakan atom – atom memancarkan sinar dengan frekuensi – frekuensi yang khas pada daerah sinar tampak dan sinar ultra violet. Sinar ultra violet mempunyai frekuensi antara $10^{15} - 10^{16}$ hertz. ini memungkinkan untuk pengenalan unsur – unsur dalam suatu bahan dengan teknik spektroskopi.

g. Sinar X

Sinar X ini ditemukan oleh *Wilhem Conrad Rontgen*, sehingga sinar X sering disebut dengan sinar Rontgen. Sinar ini dapat dihasilkan dengan menembakkan elektron dalam tabung ruang hampa pada permukaan keping logam, karena panjang gelombangnya yang sangat pendek sinar X

mempunyai daya tembus yang sangat kuat. Frekuensinya antara 10^{16} – 10^{20} hertz. Sinar X banyak dipergunakan dalam bidang kedokteran maupun dalam bidang industri. (Gunawan, 2000, h: 183)

h. Sinar Gamma

Sinar ini mempunyai frekuensi antara 10^{20} – 10^{25} hertz, merupakan gelombang elektromagnetik yang mempunyai frekuensi terbesar. Sinar gamma ini dihasilkan oleh inti – inti atom yang tidak stabil.