BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Gelombang Ultrasonik

Ultrasonik adalah gelombang suara dengan frekuensi lebih tinggi dari pada kemampuan pendengaran manusia , sehingga kita tak dapat mendengarnya sama sekali .

Suara yang dapat didengar oleh manusia (audiosonik) adalah gelombang suara dengan frekuensi antara 20 – 20.000 Hz. Pemeriksaan USG ini menggunakan gelombang suara yang berfrekuensi 1 MHz – 10 MHz.

Berdasarkan frekkuensi gelombang suara dapat dibedakaan dalam beberapa bagian seperti pada table 2.1

Tabel 2.1. Daerah frekuensi gelombang suara

Nama	Frekuensi
Infrasonik	< 20 Hz
Audiosonik	20 – 20.000 Hz
Ultrasonik	> 20.000 Hz
Diagnostik Ultrasonik	1 – 10 MHz

Sumber : Bushong,S.C., 1991

Gelombang suara frekuensi tinggi (ultrasonik) tersebut dihasilkan dari kristal-kristal yang terdapat dalam suatu alat yang disebut Tranduser. Perubahan bentuk akibat gaya mekanik pada kristal, akan menimbulkan tegangan listrik,

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

fenomena ini disebut efek piezoelektrik, yang merupakan dasar perkembangan pesawat USG selanjutnya.

2.2 Interaksi Gelombang Ultrasonik dengan Bahan

2.2.1 Pemantulan (Refleksi)

Pada ultrasonik citra dihasilkan melalui berkas suara yang direfleksikan. Berkas suara yang dipancarkan tidak memperbesar apapun pada formasi citra, tetapi transmisi harus cukup kuat menghasilkan gema-gema ditingkat yang lebih dalam. Prosentase sinar yang direfleksikan diantara muka jaringan tergantung :

a. Impedansi Akustik

Impedansi akustik merupakan sifat dasar zat atau materi. Impedansi adalah hasil kali kerapatan dan kecepatan suara dalam material. Impedansi akustik dalam cgs, didefinisikan sebagai gr/cm^{2}det kali 10^{-5} (Curry III, 1984).

$$Z = \rho \cdot c \qquad ....(2.1)$$

dengan

Z adalah impedansi akustik
ρ adalah densitas
c adalah kecepatan suara pada medium

Pada tabel 2.2 menunjukan nilai impedansi akustik dari beberapa material yang disajikan sebagai berikut :

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Tabel 2.2 Impedansi dari beberapa material

Material	Acoustik Impedance ($gr/cm^2dt \times 10^{-5}$)
Air	0.0004
Fat	1.38
Castor oil	1.4
Water (50^0C)	1.54
Brain	1.58
Blood	1.61
Kidney	1.62
Liver	1.65
Muscle	1.70
Lens of eye	1.84
Piezoelectric polymers	4.0
Skull (bone)	7.8
Quartz	15.2
Mercury	19.7
PZT-5A	29.3
PZT-4	30.0
Brass	38.0

Sumber : Curry., 1984

b. Sudut pantul gelombang suara (Refleksi)

Berkas ultrasonik yang dipantulkan ditentukan oleh sudut yang terjadi antara berkas suara dan permukaan yang merefleksikan. Semakin tinggi sudut yang timbul (lebih dekat tegak lurus) maka semakin kecil suara yang dipantulkan. Sudut yang timbul dan refleksi adalah sama, seperti halnya dengan cahaya. Pada ultrasound medik, dimana tranduser yang sama memancarkan dan menerima ultrasound hampir tidak ada suara yang direfleksikan akan terdeteksi jika ultra sound membentur permukaan pasien pada sudut lebih dari 3^0 dari garis tegak lurus.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Jika berkas suara membentur permukaan yang lunak tegak lurus, besarnya refleksi yang diberikan (Curry, 1984).

$$R = \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \right)^2 \times 100\% \qquad \ldots(2.2)$$

Dengan :

R adalah relflektifitas (pemantulan).
Z_1 adalah impedansi akustik medium 1
Z_2 adalah impedansi akustik medium 2

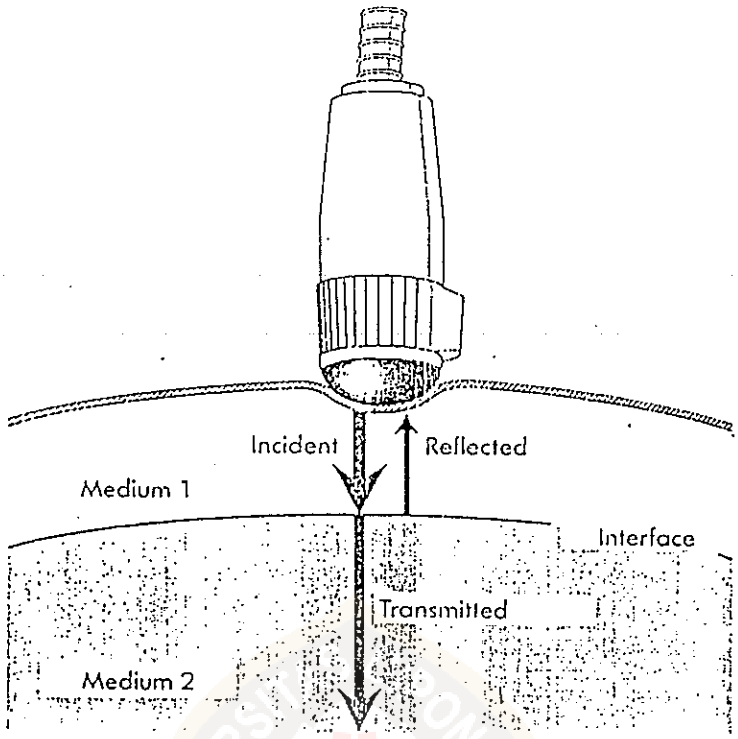
Sebaliknya jika sudut gelombang berkas ultrasonik mendekati 0° hampir semua berkas (pulsa) ditransmisikan tidak ada yang dipantulkan. Ultrasonik yang ditransmisikan dinyatakan dalam persamaan dibawah ini :

$$T = \frac{4Z_1 \cdot Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2} \times 100\% \qquad \ldots(2.3$$

Dengan : T adalah persentase berkas yang ditransmisikan
Z_1 adalah impedansi akustik medium 1
Z_2 adalah impedansi akustik medium 2

Pada peristiwa berkas utrasonik yang ditrasmisikan dan yang dipantulkan melalui dua medium dengan *interface* dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini :

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.2 Berkas Ultrasonik yang Ditransmisikan (Bushong,S.C., 1991)

Dari gambar tesebut dapat dilihat bahwa interaksi yang bisa direspon terutama untuk *image ultrasound* adalah pemantulan (*refleksi*). Apabila suatu berkas ultrasonik tegak lurus terhadap antar muka medium (*interface*) maka sebagian (*partial*) berkas ultrasonik akan ditransmisikan melewati interface dan sebagian kecil akan dipantulkan terhadap sumber.

2.2.2 Pembiasan (Refraksi)

Bila gelombang suara melewati satu media ke-media lain frekuensinya tetap konstan tetapi panjang gelombangnya berubah dan arah gelombang yang berbelok

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

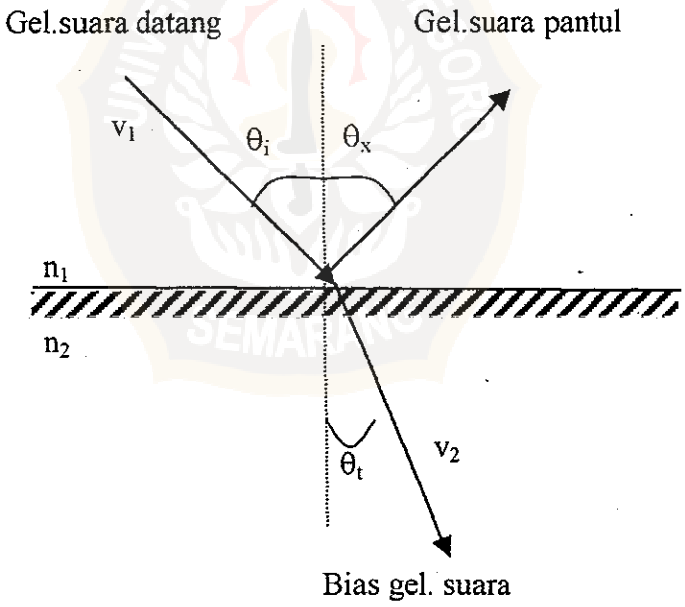
karena melewati suatu medium ke medium berikutnya disebut Pembiasan, peristiwa ini oleh hukum Snellius dinyatakan :

$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_t} = \frac{v_1}{v_2} \qquad \ldots(2.4)$$

Dengan:

v_1 adalah kecepatan gelombang suara pada medium 1
v_2 adalah kecepatan gelombang suara pada medium 2

Dan proses pemantulan (refleksi) dan pembiasan (refraksi) disajikan pada gambar 2.2 dibawah ini:



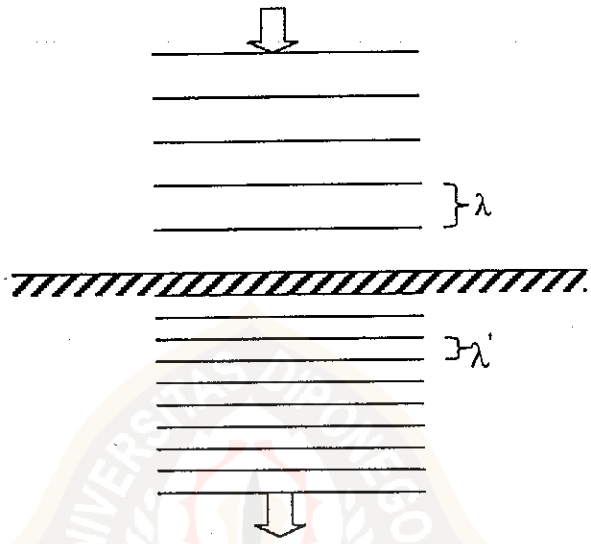
Gambar 2.2 Proses Refleksi dan Refraksi (Curry, 1984).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Dengan :

θ_i adalah sudut gelombang suara datang
θ_t adalah sudut gelombang suara yang diteruskan
v_1 adalah kecepatan gelombang suara pada medium 1.
v_2 adalah kecepatan gelombang suara pada medium 2.

Dan perubahan panjang gelombang ultrasonik setelah melewati suatu medium :



Gambar 2.3 Perubahan Panjang Gelombang (Curry, 1984)

2.3 Atenuasi

Atenuasi adalah pengurangan intensitas berkas ultrasonik karena melalui suatu medium (Hagen,S.L., and Ansertr.,1978). Adapun besar dari nilai atenuasi dapat ditulis dengan persamaan :

$$\mathbf{I_X = I_0 . e^{-\alpha x}} \qquad ...(2.5)$$

dengan ,

I_X adalah intensitas setelah menembus bahan (Watt/m^2)
I_0 adalah intensitas mula – mula (Watt/m^2)
$-\alpha$ adalah koefisien absorbsi (dB/m)
x adalah jarak kedalaman (m)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Atenuasi dipengaruhi oleh dua macam faktor yaitu :

2.3.1 Hamburan

Bila suatu energi gelombang ultrasonik menabrak dimensi-dimensi permukaan yang lebih kecil dari panjang gelombang maka gelombang datang akan tersebar ke segala arah (Hagen,S.L., and Ansertr.,1978).

Hamburan ini tergantung pada Perubahan impedansi akustik pada sasaran atau partikel, ukuran partikel dari medium dan panjang gelombang energi datang.

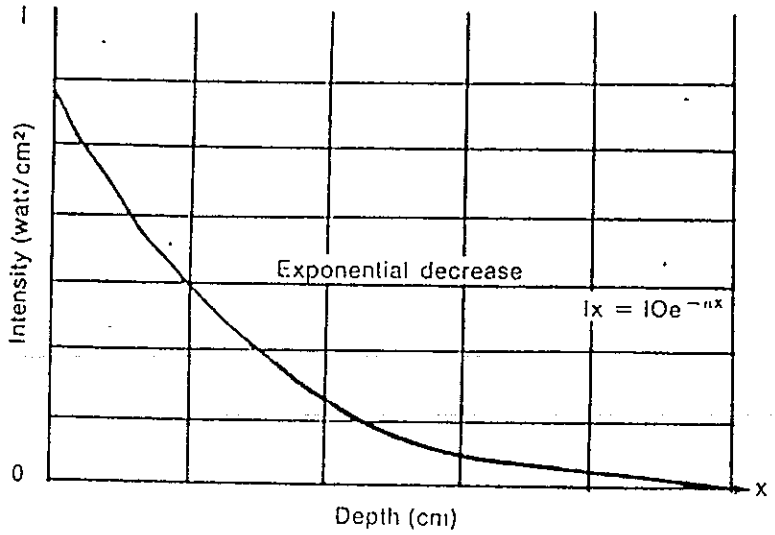
Intensitas gelombang yang terhambur meningkat dengan cepat bersama frekuensi dan sebanding dengan kuadrat frekuensi, oleh karena itu frekuensi tinggi terhambur dengan lebih mudah daripada suara frekuensi rendah.

2.3.2 Penyerapan (Absorbsi).

Absorbsi ultrasonik dalam cairan merupakan hasil dari gaya pergesekan yang berlawanan dengan gerakan partikel-partikel dalam media. Energi mekanik yang dipindah dari suara ultra menjadi panas. Selama mengalami absorbsi gelombang suara ultra, intensitas dan amplitudonya secara eksponensial berkurang.

Gelombang suara yang mengalami absorbsi dapat digambarkan seperti dibawah ini (Hagen,S.L., and Ansertr.,1978).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.4 Penurunan Intensitas Gelombang Suara.

Keterangan gambar :
Gambar grafik gelombang ultrasonik yang mengalami absorbsi maka akan berkurang intensitas secara exponensial .

Konsep koefisisen absorbsi identik dengan konsep untuk koefisien pelemahan linier. Satuan koefisien absorbsi adalah dB/cm ketebalan pada frekuensi 1 MHz. Ketentuan 1 MHz penting karena absorbsi tergantung frekuensi dan apabila pada 2 MHz koefisien absorbsi menjadi dua kali besarnya.

Nilai koefisien absorbsi dari beberapa material disajikan dalam tabel 2.3 (Curry, 1984) seperti dibawah ini :

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Tabel 2.3 Koefisien arbsorbsi untuk berbagai material .

MATERIAL	ABSORPTION COEFISIEN (dB/cm)
Lung	41
Skull (bone)	20
Air	12
Muscle (across fiber)	3.3
Lens of eye	2.0
Kidney	1.0
Castor oil	0.95
Liver	0.94
Brain	0.85
Fat	0.63
Blood	0.18
Alumunium	0.018
Water	0.0022
Mecury	0.00048

2.4 Energi Gelombang Ultrasonik.

Intensitas suara, atau kerasnya suara yang dapat didengar, ditentukan oleh panjang osilasi partikel-partikel yang menyalurkan gelombang. Intensitas suara ultra dinyatakan dalam watt/m^2 (Hagen,S.L., and Ansertr,1978).

Energi (E) dari partikel yang berosilasi dengan gerak harmonik merupakan jumlah energi kinetik dan jumlah energi potensial, sehingga dapat ditulis dengan persamaan, (Hagen,S.L., and Ansertr,1978).

$$E = \tfrac{1}{2}mv^2 + \tfrac{1}{2}kx^2 \qquad ....(2.6)$$

dengan :

v adalah kecepatan partikel pada saat itu (m/dt).
x adalah perpindahan partikel pada saat itu (m).
m adalah masa partikel (kg).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Rapat energi dari semua partikel dapat ditulis dengan persamaan (Hagen,S.L., and Ansertr,1978).

$$T_E = \tfrac{1}{2}\rho v^2 + \tfrac{1}{2}\frac{P^2}{P_0 c^2} \qquad ...(2.7)$$

T_E adalah rapat energi dalam Joule/cm^3.

Intensitas adalah laju perpindahan energi persatuan luas dan intensitas gelombang suara adalah perjalanan energi melalui media dengan kecepatan gelombang dan rapat energi yang melewati suatu unit waktu yang dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$I = c.\, T_E \qquad ... (2.8)$$

Dengan :

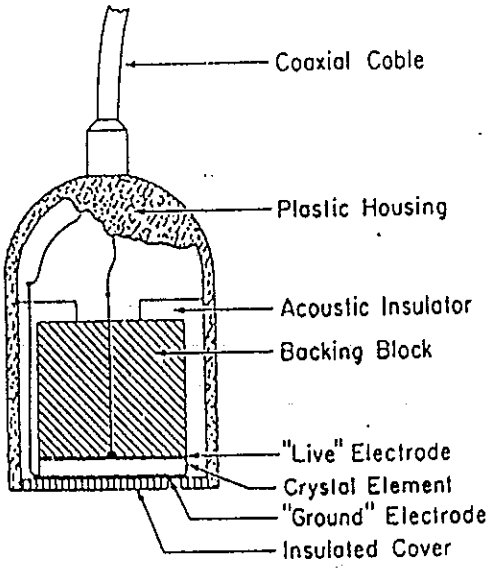
I adalah intensitas gelombang ultrasonik (W/cm^2)
C adalah kecepatan gelombag suara pada medium dalam (cm/dt)

2.5 Tranduser Ultrasonik

Tranduser adalah piranti yang dapat mengubah suatu bentuk energi kedalam bentuk energi lain. Tranduser ultrasonik untuk mengubah suatu sinyal listrik ke dalam energi suara ultra yang dapat dipancarkan ke dalam jaringan, dan mengubah energi ultrasonik yang dipantulkan kembali dari jaringan/materi kedalam sinyal listrik (Curry, 1984).

Pada gambar 2.5 dibawah ini diperlihatkan bagian – bagian pendukung dari transduser ultrasonik.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.5 Kontruksi Tranduser (Curry., 1984).

Tranduser terdiri dari material piezoelektrik dengan elektroda-elektroda di kedua sisinya. Elektroda di hubungkan dengan sumber listrik dengan menggunakan kawat penghubung.

2.5.1 Efek Piezoelektrik

Penggunaan gaya perubahan bentuk atau tegangan pada kristal asimetris seperti kwarsa tourmaline atau garam rochebe akan menciptakan suatu tegangan listrik. Fenomena ini disebut efek piezoelektrik.

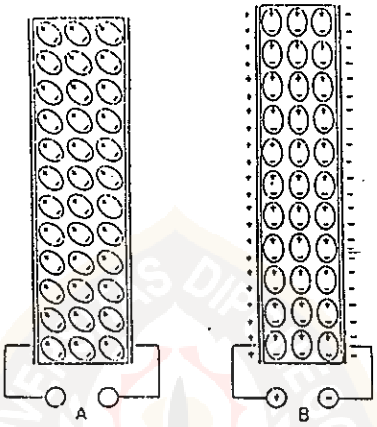
2.5.2 Efek Piezoelektrik Terbalik

Ketika tranduser piezoelektrik berfungsi sebagai pemancar ia mengubah energi listrik menjadi energi mekanik (efek piezoelektrik terbalik), dan bila sebagai

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

penerima maka aia mengubah energi mekanis menjadi energi listrik (efek piezoelektrik).

Piezoelektrik terdiri dari dipole-dipole yang disusun dalam pola geometris.oleh medan listrik akan menyebabkanya lurus kembali, hal ini dapat digambarkan seperti dibawah ini (Curry ,1984).



Gambar 2.6 Perubahan Dimensi Kristal Piezoelektrik.

Keteranga gambar :

A. Dipole listrik adalah molekul yang berubah bentuk yang nampak mempunyai beban positif di salah satu ujung dan beban negatif di ujung lainnya.
B. Ujung positif dan negatif diatur sehingga bidang listrik akan menyebabkan sejajar kembali, jadi merubah dimensi kristal.

2.6 Frekuensi Resonansi

Frekuensi resonansi tergantung ketebalan kristal piezoelektrik dimana, semakin tebal kristal maka semakin rendah frekuensi. Hubungan kelajuan, panjang gelombang dan frekuensi gelombang ultrasonik dinyatakan (Bushong,S.C., 1991).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

$$v = \upsilon \cdot \lambda \qquad \ldots(2.9)$$

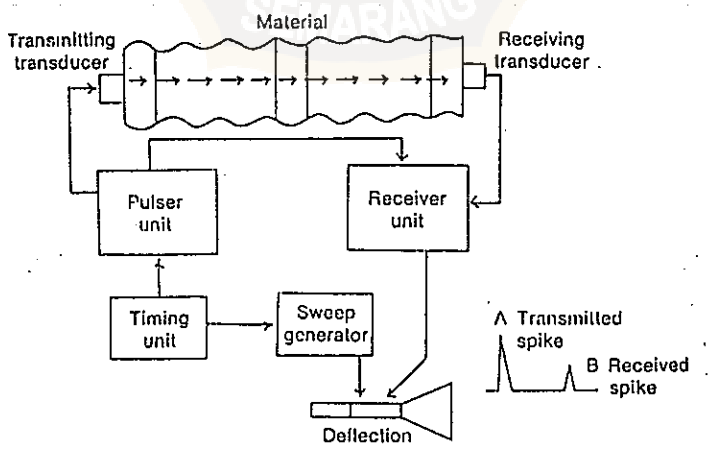
dengan :

v	adalah kecepatan gelombang suara
υ	adalah frekuensi resonansi
λ	adalah panjang gelombang suara

2.7 Prinsip Ultrasonografi

Prinsip Ultrasnografi adalah pemanfaatan gelombang ultrasonik yang mempunyai frekuensi diatas 20.000 Hz sebagai imaging diagnostik (pencitraan diagnostik).

Tranduser bekerja sebagai pemancar dan sekaligus menerima gelombang suara. Pulsa listrik yang dihasilkan oleh generator diubah menjadi energi akustik tranduser lalu dipancarkan dengan arah tertentu pada bagian tubuh yang akan dibuat citra. Adapun skema dasar dari pesawat ultrasonografi dapat dilihat pada gambar 2.7 dibawah ini .



Gambar 2.8 Skema Blok Alat USG (Hagen,S.L, and Ansertr, 1978).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.8 Mode Dasar Tampilan Pesawat Ultrasonografi .

Tabung Sinar Katoda (*Cathode Ray Tube* / CRT), merupakan salah satu cara untuk menampilkan informasi suara ultra dalam beberapa bentuk :

a. Mode A (Mode Amplitudo).

Mode A adalah salah satu bentuk tampilan suara ultra yang menampilkan diagram balok dari sistem dasar suara ultra. Sistem terdiri dari waktu, pemulsa, tranduser pemancar, tranduser penerima, generator usapan dan CRT.

b. Mode B (Mode Bright).

Adalah metode penyajian data/informasi pada CRT di tampilkan dengan kecermelangan (Brightness), amplitudo gema digambarkan oleh perubahan kecermelangan intensitas elektron seperti yang ditampilkan CRT.

c. Mode T-M (Mode Time-Motion)

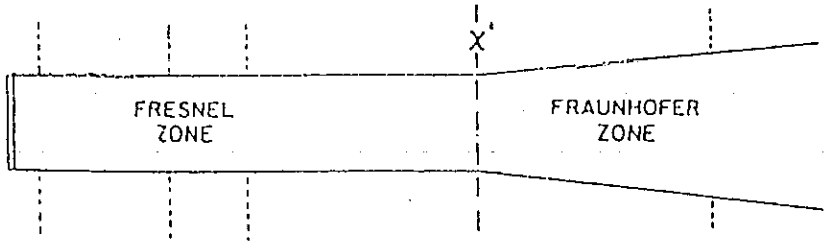
Dipakai pada aplikasi obyek yang bergerak, sehingga jarak antara tranduser dan permukaan obyek yang memantulkan gema berubah.

2.9 Daerah Berkas Ultrasonik

Intensitas berkas ultrasonik berbeda dari satu sisi berkas keberkas yang lain dan secara longitudinal menurut panjang berkas. Berkas ultrasonik digambarkan sebagai berkas yang sejajar sampai jarak tertentu, kemudian menyebar. Bagian yang sejajar disebut "daerah dekat" (Fresnel) dan daerah yang memancar dibelakang x'

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

disebut "daerah jauh" (Fraunhofer). Gambar 2.8 memperlihatkan daerah berkas ultrasonik (Curry., 1984).



Gambar 2.8 Daerah Berkas Ultrasonik

2.10 Resolusi

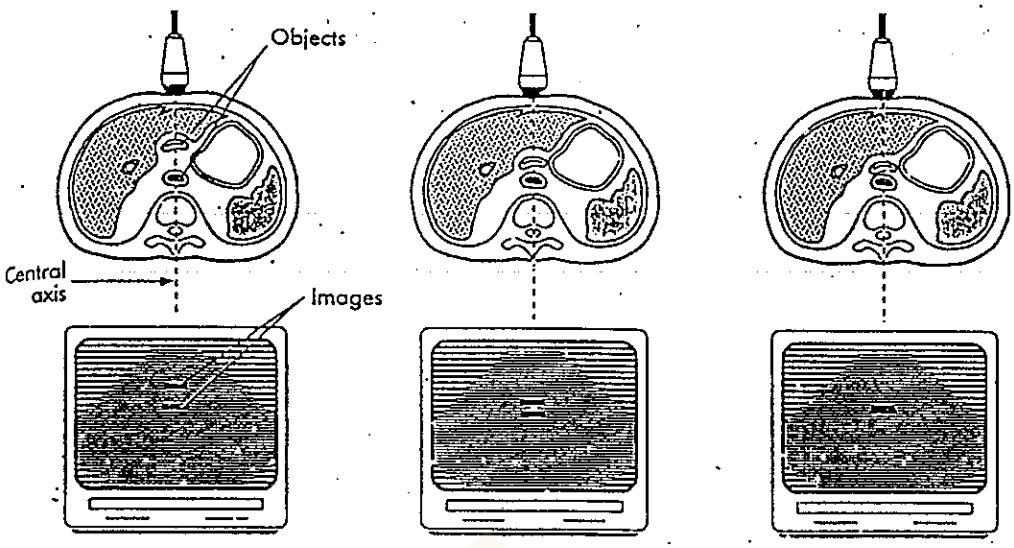
Resolusi adalah kemampuan untuk membedakan struktur suatu objek yang akan dicitrakan, resolusi terdiri atas (Bushong,S.C., 1991):

2.10.1 Resolusi Kedalaman (Aksial).

Resolusi aksial yang kadang disebut dengan resolusi longitudinal, kedalaman, atau jarak. Resolusi kedalaman adalah kemampuan berkas suara ultra untuk memisahkan 2 obyek yang terletak berdekatan disepanjang sumbu berkas suara.

Jika antar muka (interface) dua medium terpisah jauh maka akan mudah di identifikasikan, satuan dari resolusi aksial (AR) adalah millimeter (mm) Adapun resolusi kedalaman dapat dilihat pada gambar 2.9 dibawah ini :

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.9 Resolusi Kedalaman (Bushong,S.C., 1991).

Resolusi kedalaman (aksial) dinyatakan dalam persamaan :

$$AR = \frac{1}{2} SPL \qquad ...(2.10)$$

dengan :

SPL (*Spatial Pulsa Length*)

$$SPL = \text{cycles in pulsa} \cdot \lambda \qquad ...(2.11)$$

$$SPL = \frac{\text{cycles in pulsa} \cdot v}{f} \qquad ...(2.12)$$

sehingga :

$$AR = \frac{\text{cycles in pulsa} \cdot \lambda}{2} \qquad ...(2.13)$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

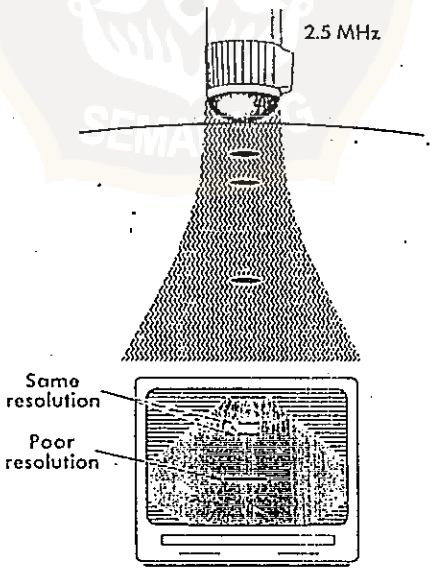
atau

$$AR = \frac{\text{cycles in pulsa} \cdot v}{2f} \qquad \ldots(2.14)$$

Berdasarkan kedalaman pada suatu obyek yang diperiksa maka pada citra USG akan menghasilkan perbedaan panjang obyek berdasarkan posisi kedalaman, hal ini dapat diperlihatkan pada gambar 2.10 (Bushong,S.C., 1991).

Dari gambar terlihat bahwa obyek yang terletak pada daerah dekat (Fresnel Zone) terlihat sama panjang dengan obyek sebenarnya, sedangkan keberadaan obyek pada daerah jauh (Fraunhofer Zone) tampak kelihatan lebih panjang.

Pada gambar 2.10 dibawah ini menggambarkan posisi obyek terhadap daerah berkas ultrasonik dan konsekuensinya obyek akan mengalami perubahan ukuran dalam citra.



Gambar 2.10 Sonogram Obyek Terhadap Kedalaman (Bushong,S.C., 1991).

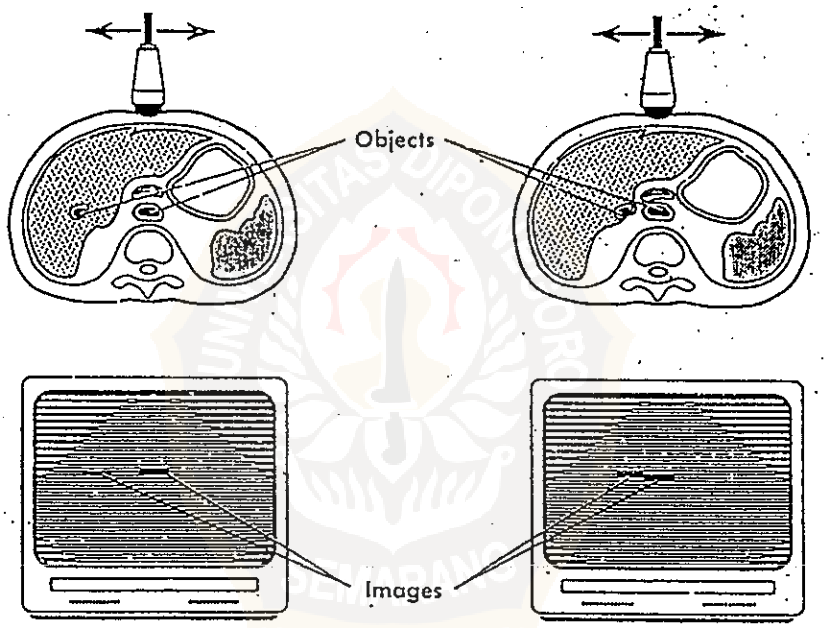
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.10.2 Resolusi Lateral (Transversal).

Resolusi lateral kadang disebut resolusi transversal. Resolusi lateral adalah kemampuan untuk mencitrakan dengan seksama antar muka (interface) medium yang tegak lurus dengan sumbu berkas suara ultra.

Satuan dari resolusi aksial adalah millimeter (mm) dengan simbol (LR)

Peristiwa resolusi lateral bisa diperlihatkan pada gambar 2.11 seperti dibawah ini:



Gambar 2.11 Resolusi Lateral (Bushong,S.C., 1991).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)