

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1 Frekuensi *Ultrasound*

Pada USG *obstetric* menggunakan frekuensi antara 2 sampai 5 MHz yang sesuai untuk karakterisasi kulit dan jaringan sehingga memastikan resolusi gambar baik dan identifikasi yang lebih konsisten[11]. Frekuensi *ultrasound* tinggi memiliki panjang gelombang yang lebih pendek dan memberikan detail dan resolusi spasial yang lebih baik. Namun, panjang gelombang lebih pendek dan lebih mudah diserap atau dilemahkan. Oleh karena itu, frekuensi yang lebih tinggi tidak begitu menembus. Ini menjelaskan mengapa frekuensi tinggi digunakan untuk struktur tubuh superfisial dan frekuensi rendah digunakan untuk struktur tubuh yang lebih dalam[12]. Untuk mendukung teori ini adanya persamaan 2.1 yang digunakan sebagai berikut.

$$f = \frac{1}{T} \text{ atau } T = \frac{1}{f} \quad (2.1)$$

2.1.2 *Signal to Noise Ratio*

Signal to Noise Ratio adalah ukuran untuk membandingkan tingkat sinyal yang diinginkan dengan tingkat kebisingan atau *noise* yang tidak diinginkan. Semakin tinggi nilai SNR, semakin baik kualitas citra yang di dapatkan. Sedangkan, semakin rendah nilai SNR maka hasil citra yang didapatkan kurang baik[13]. Untuk mendukung teori ini adanya persamaan 2.2 yang digunakan sebagai berikut.

$$SNR = \text{Sinyal} - \text{Noise} \quad (2.2)$$

Namun, penting untuk diingat bahwa rumus ini hanya bisa digunakan jika nilai sinyal dan nilai noise sama-sama dalam satuan decibel (dB).

2.1.3 *Dynamic Range*

Dalam pencitraan ultrasound medis, *Dynamic Range* didefinisikan sebagai perbedaan antara nilai maksimum dan minimum dari sinyal yang ditampilkan untuk ditampilkan dan merupakan salah satu parameter terpenting yang menentukan kualitas

gambarnya. Biasanya, *Dynamic Range* diberikan dengan nilai tetap dan disesuaikan secara manual oleh operator, yang menyebabkan rendahnya produktivitas klinis dan ketergantungan pengguna yang tinggi[14]. Semua informasi yang diterima dapat ditampilkan secara bermakna, oleh karena itu, mesin ultrasound harus memampatkan gema yang tepat[8]. Untuk mendapatkan citra yang tepat dan sesuai perlunya penyesuaian dalam pemelihan dynamic range yang tepat[15].

2.1.4 Uji Anova

Anova merupakan singkatan dari *Analysis of variance*. Merupakan prosedur uji statistik yang mirip dengan t test. Namun kelebihan dari Anova adalah dapat menguji perbedaan lebih dari dua kelompok. Analisis ANOVA sering digunakan pada penelitian eksperimen. Kegunaan ANOVA pada penelitian adalah apakah ada perbedaan yang signifikan. Anova digunakan sebagai alat analisis untuk menguji hipotesis penelitian yang mana menilai adakah perbedaan rerata antara kelompok. Adapun persamaan 2.3 yang digunakan untuk mendukung teori sebagai berikut

$$SS_T = \sum (X_{ij})^2 - \frac{(\sum T_j)^2}{n} \quad (2.3)$$

2.1.5 Kualitas Citra Ultrasonografi

Proses mendapatkan citra dengan kualitas yang bagus dan mudah diinterpretasikan oleh mata manusia dengan cara memperjelas ciri-ciri tertentu adalah sebagai cara dari peningkatan kualitas citra. Secara matematis, dapat diartikan sebagai proses mengubah citra $f(x, y)$ menjadi $f'(x, y)$ sehingga ciri-ciri yang dilihat pada $f(x, y)$ lebih ditonjolkan[16].

2.1.6 Instrumen Ultrasound

a. Fungsi komponen dasar

Ultrasound adalah perangkat pencitraan kompleks dan canggih. beberapa komponen dasar untuk menjalankan fungsi utama, yaitu:

1. *Transmitter/* pemancar

Transducer USG diberi pulsa untuk menggetarkan kristal piezoelektrik. Pemberian pulsa ke *transducer* mengalami pengulangan yang disebut *pulse repetition frequency*

(PRF). *pulse repetition frequency* PRF menentukan interval waktu antara pulsa ultrasound. Pulsa ultrasound harus diberi interval waktu yang cukup antara pulsa untuk memungkinkan suara merambat ke kedalaman yang diinginkan dan kembali sebelum pulsa berikutnya dikirim[17].

2. *Receiver/* penerima

Ketika gelombang suara dipantulkan akan menghasilkan *echo*. *Echo* yang kembali ke *transducer* berbeda-beda, sesuai dengan ketebalan dan kerapatan organ tersebut. Semakin rapat organ tersebut, semakin banyak *echo* yang dihasilkan, dan sebaliknya. *Echo* yang kembali ke *transducer* akan menekan kristal piezoelektrik dan menghasilkan sinyal listrik. Kemudian sinyal listrik ini diubah menjadi sinyal digital dan kemudian divisualisasikan pada layar monitor yang menghasilkan citra ultrasound[17].

3. Menampilkan gambar

Sinyal listrik yang dihasilkan akibat tekanan oleh *echo* diubah menjadi sinyal digital dan divisualisasikan pada layar monitor dengan beberapa cara. Pencitraan telah berevolusi beriringan dengan perkembangan zaman. Dari pencitraan sederhana *A-Mode (Amplitudo Mode)* sampai ke pencitraan *B-Mode real-time*[18].

b. Tampilan gambar

1. *A-mode (Amplitude Mode)*

A-Mode merupakan tampilan paling sederhana dan paling awal pada pencitraan USG. Pada tampilan ini, sumbu x sebagai sumbu horizontal menunjukkan jarak dari *transducer* ke organ yang memantulkan gelombang suara, dan sumbu y sebagai sumbu vertikal menunjukkan kekuatan atau amplitudo suara yang dipantulkan[18].

2. *B-mode (Brighness Mode)*

Pencitraan *B-Mode* menampilkan gambaran dalam skala abu-abu dan *real-time*. Amplitudo echo diwakili oleh level skala abu-abu dari hitam ke putih. Sinyal dengan intensitas terbesar muncul sebagai putih, tidak adanya sinyal ditampilkan sebagai hitam, dan sinyal intensitas menengah muncul sebagai warna abu-abu. Setiap sinyal yang diterima disepanjang image line ditampilkan sebagai gray scale satu dimensi untuk kemudian disimpan sementara dan digabungkan dengan image line lainnya yang kemudian disusun pada layar monitor untuk membentuk gambaran dua dimensi(18).

Pencitraan *B-Mode* juga menampilkan gambaran secara *real-time*, sehingga menghasilkan kesan gerakan dari serangkaian gambaran 2D dengan *frame rate* 15-60 frame per detik. Semakin tinggi *frame rate* semakin bagus gambaran yang dihasilkan[18].

3. *M-mode (Motion Mode)*

M-mode diinterpretasikan dengan menilai pola gerakan dari pantulan suatu struktur tertentu dan menentukan hubungan anatomi dari pola karakteristik gerakan tersebut. Saat ini, aplikasi utama tampilan *M-mode* adalah evaluasi denyut jantung embrio dan janin, serta dalam *ekokardiografi*, gerakan cepat katup jantung dan bilik jantung serta dinding pembuluh darah[19].

c. Jenis-jenis *transducer*

Saat ini, *transducer* menggunakan bahan piezoelektrik yang di potong kecil dan memiliki elektrodanya sendiri. Susunan piezoelektrik semacam itu dapat dibentuk dalam berbagai konfigurasi. Ada beberapa susunan, yaitu:

1. *Phased Array*

Elemen piezoelectric akan memancarkan gelombang suara menyerupai kipas, sama seperti *curved array*. Gambaran USG akan tampak sempit pada area yang deka transducer dan akan melebar seiring bertambahnya jarak struktur yang diperiksa dari permukaan transducer. Umumnya, *transducer* ini memiliki frekuensi 2-7 MHz. Sehingga, *transducer* ini sangat berguna untuk pemeriksaan kepala neonatus, serta untuk pemindaian interkostal, untuk mengevaluasi jantung, hati, atau limpa, dan untuk pemeriksaan di area lain yang aksesnya terbatas[20].

2. *Linear Array*

Elemen piezoelectric disusun secara sejajar dengan format gambar persegi panjang. *Transducer* jenis ini memiliki frekuensi yang tinggi, umumnya 5-10 MHz dan memiliki daya penetrasi yang rendah, sehingga ideal untuk pemeriksaan organ superficial, termasuk soft tissue, otot, dan pembuluh darah[20].

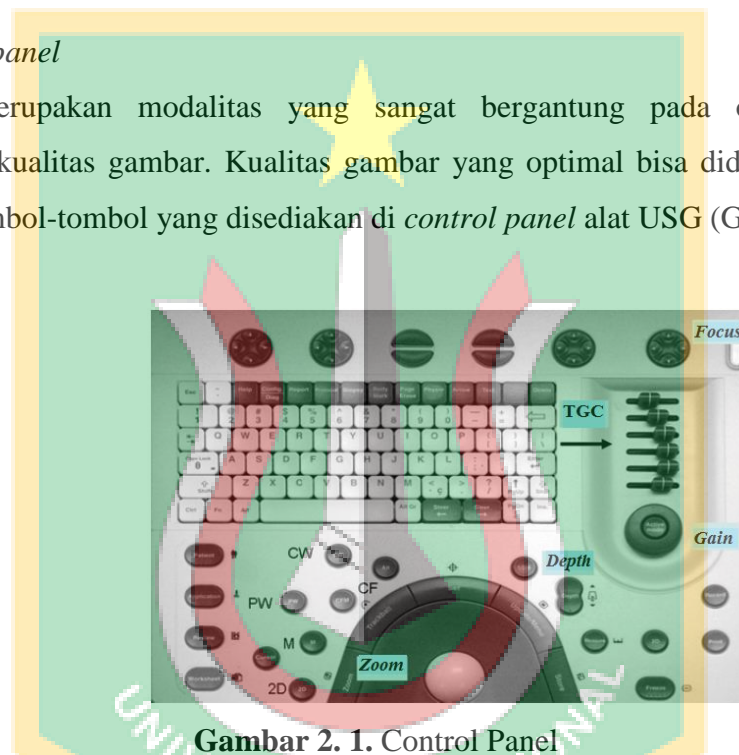
3. *Curved Array*

Elemen piezoelectric disusun secara kurva cembung, sehingga menghasilkan gambar dengan bidang pandang permukaan yang relative besar. Gelombang suara

dipancarkan pada beberapa garis lurus seperti transducer linear namun dengan permukaan berbentuk kurva cembung sehingga menghasilkan area scanning berbentuk kipas akan tetapi lebih lebar pada area yang dekat dengan transducer. *Transducer* jenis ini Memiliki frekuensi yang rendah dengan pentrasi yang besar sehingga ideal untuk menggambarkan struktur yang lebih dalam. Idealnya untuk digunakan pada *scanning* abdomen. Umumnya memiliki frekuensi 2-5 MHz[20].

d. *Control panel*

USG merupakan modalitas yang sangat bergantung pada operator dalam menghasilkan kualitas gambar. Kualitas gambar yang optimal bisa didapatkan dengan memahami tombol-tombol yang disediakan di *control panel* alat USG (Gambar 2. 1)



Gambar 2. 1. Control Panel

1. *Gain*: Berfungsi meningkatkan amplitude sinyal balik yang ditampilkan dengan kecerahan piksel yang sesuai pada layar monitor USG. Menaikkan gain akan membuat seluruh gambaran terlihat cerah sehingga menghasilkan visualisasi yang lebih baik. Namun, pengaturan *gain* yang terlalu tinggi akan menghilangkan area *scanning* yang diinginkan[20].
2. *Time Gain Compensation (TGC)*: Pengaturan TGC dilakukan menggunakan deretan tombol yang tersusun secara vertikal. Kedalaman objek ditentukan oleh waktu yang

dibutuhkan sinyal untuk kembali ke *transducer*, sehingga memungkinkan pengaturan *gain* secara berbeda tergantung kedalaman objek yang diperiksa[20].

3. *Focus*: Titik fokus merupakan bagian terkecil dari sinyal USG. Tombol *focus* pada *control panel* memungkinkan fokus sinyal untuk disesuaikan dalam bidang pada struktur yang diinginkan. Pengaturan ini akan meningkatkan sinyal, namun kecepatan disperse sinyal di medan lebih besar. Sehingga, membuat struktur yang lebih dalam berbintik pada layar monitor[16,20].
4. *Depth*: Pengaturan *depth* berfungsi mengontrol kedalaman sinyal ultrasound. Menyesuaikan kedalaman akan membuat tampilan struktur yang lebih dalam tampak lebih jelas, sedangkan struktur yang lebih dekat dengan transducer akan tampak lebih kecil[20].
5. *Zoom*: Fitur ini berfungsi untuk melihat struktur secara detail, namun tidak mengubah resolusi gambar dari struktur tersebut. Sehingga, gambar struktur tersebut mungkin tampak lebih kasar[20].

2.1.7 . IBM SPSS 25

Perangkat lunak pengolahan data yang memperhatikan pengaruh variabel satu dengan yang lainnya untuk penelitian statistik salah satunya SPSS 25 atau *Statistical Product and Services Solution*[21]. Statistik terbagi menjadi 2 bagian, yaitu:

- a. Statistik Deskriptif, yaitu mengolah data agar mendapatkan output representasi distribusi frekuensi dari suatu variable.
- b. Statistik Inferensial, yaitu mengolah data satu variable atau lebih untuk mengkaji hubungan antara dua variable atau data. Statistik inferensial dibagi menjadi dua, yaitu: Statistik Parametrik dan non parametrik. Untuk penelitian banyak digunakan statistik parametrik[22].

Data dari suatu populasi harus normal terdistribusi sebagai syarat statistik parametrik. Salah satu uji pada SPSS yang mengaplikasikan statistik parametrik adalah Uji One Way ANOVA (*Analysis of variances*), yang bertujuan untuk menguji perbedaan data lebih dari tiga kelompok variabel bebas. Sebelum Uji One Way ANOVA diperlukannya uji normalitas Untuk menunjukkan apakah data yang ditentukan terdistribusi normal atau tidak.

Uji statistik normalitas memiliki beberapa jenis yang dapat digunakan yaitu: *Chi-Square*, *Kolmonogorov Smirnov*, *Shapiro Wilk*, *Liliefors* dan lainnya. Penelitian ini menggunakan uji normalitas metode *Shapiro Wilk*. Pada metode ini pengolahan data memakai data dasar dalam tabel distribusi frekuensi. Data tersebut diatur secara sistematis, kemudian dibagi kedalam dua kelompok kedalam Shapiro Wilk untuk dikonversi. Selanjutnya dapat dilakukan transformasi dalam nilai Z sehingga luasan kurva normal dapat dihitung[23].

2.2. Tinjauan Penelitian

Penelitian yang dilakukan oleh Elodie Tiran, Thomas Deffieux dkk berjudul “*Multiplane wave imaging increases signal-to-noise ratio in ultrafast ultrasound imaging*” yang bertujuan untuk meningkatkan *signal to noise ratio* gambar ultrafast tanpa mengorbankan frame rate maupun resolusi. Hasil dari penelitian tersebut adalah *signal to noise ratio* yang ditingkatkan secara langsung berdampak pada kontras gambar mode-B untuk struktur yang dalam, Hal ini secara signifikan meningkatkan rekonstruksi dan akurasi pengukuran kecepatan gelombang dan kualitas citra yang baik[24].

Pelitian yang dilakukan aldie ibrahim yang berjudul “Analisis Penggunaan Variasi *Echo Train Length (Etl)* Terhadap *Signal To Noise Ratio* Pada *MRI Brain Sequence T2wi Tse* Potongan *Axial* Di Rs Mayapada Lebak Bulus” yang bertujuan untuk menganalisis Penggunaan variasi *Echo Train Length (ETL)* terhadap *signal-to-noise ratio*. Hasil dari penelitian tersebut adalah pemeriksaan dilakukan membuat potongan *axial brain* 3 variasi *Echo Train Length (ETL)* yaitu 15, 17, 19 pada *MRI Brain sequence T2 Turbo Spin Echo (TSE)* potongan *axial* dengan penggunaan nilai *Echo Train Length (ETL)* 15 menghasilkan kualitas citra yang mempunyai *SNR* lebih tinggi dengan waktu scan waktu scan 164 detik dengan penurunan waktu akuisisi sebesar 16 detik setiap penambahan nilai 2 Nilai *ETL*[25].