



TUGAS AKHIR - TE 141599

**PEREKAM CITRA *ULTRASOUND* PADA *LOGIC SCAN*
*CEXT-1Z***

Joko Priambodo
NRP 2211 100 054

Dosen Pembimbing
Dr. Eko Mulyanto Y., ST., MT.
Dr. Adhi Dharma Wibawa ST.,MT.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh November
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - TE 141599

**RECORDER OF IMAGE ULTRASOUND WITH LOGIC
SCAN CEXT-1Z**

Joko Priambodo
NRP 2211 100 054

Advisor
Dr. Eko Mulyanto Y., ST., MT.
Dr. Adhi Dharma Wibawa ST.,MT.

Department of Electrical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

**PEREKAM CITRA ULTRASOUND PADA LOGIC
SCAN CEXT-1Z**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Teknik Komputer dan Telematika
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Eko Mulyanto Y., S.T., M.T.

NIP. 196806011995121009

Dr. Adhi Dharma W., S.T., M.T.

NIP. 197605052008121003

SURABAYA

JULI, 2015

ABSTRAK

Nama Mahasiswa : Joko Priambodo
Judul Tugas Akhir : Perekam Citra *Ultrasound* pada
Logic Scan CEXT-1Z
Pembimbing : 1. Dr. Eko Mulyanto Y., ST.,MT.
2. Dr. Adhi Dharma W., ST.,MT.

Penanganan untuk penyumbatan pembuluh darah dilakukan dengan metode kateterisasi. Namun metode ini tidak aman dikarenakan metode ini masih menggunakan *xray* untuk menemukan kepala kateter. *X-ray* dapat mengakibatkan kanker apabila dilakukan secara terus menerus. Alternatif yang dapat dilakukan adalah menggunakan *ultrasonography 2D* yang terkait erat dengan posisi dan orientasi probe USG pada saat pengambilan citra. Dengan berbasis sinyal ultrasonik, peralatan ini dapat menghasilkan citra bagian dalam tubuh. Untuk tujuan rekonstruksi volume/membangun objek 3D dari potongan citra 2D, tugas akhir ini menangkap potongan citra *ultrasonography* dan melakukan konfigurasi pada mesin *ultrasonography* agar dapat menangkap dengan tipikal yang sesuai dengan karakteristik obyek penelitian. Konfigurasi dan citra yang ditangkap oleh *ultrasonography*, dapat digunakan pada penelitian terkait pemodelan objek 3D berbasis *probe ultrasonography* sebagai citra acuan 2D objek. Dari hasil penelitian didapat bahwa parameter yang paling berpengaruh untuk menangkap citra ultrasound adalah frekuensi dan gain. Untuk frekuensi minimum yang dapat digunakan untuk menangkap citra phantom adalah 8 MHz. Sedangkan rekomendasi konfigurasi untuk mendapatkan obyek yang diinginkan adalah 8-10MHz dengan Gain 20-40%. Dikarenakan hanya obyek penelitian saja yang tertangkap dengan kualitas noise paling sedikit. Dengan metode ini dapat disimpulkan untuk menangkap obyek yang lain diperlukan konfigurasi yang tepat untuk menghilangkan noise.

kata kunci : *3D Ultrasound, USG, Konfigurasi, Citra*

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Name : Joko Priambodo
Title : RECORDER OF IMAGE
ULTRASOUND WITH LOGIC SCAN
CEXT-1Z
Advisor : 1. Dr. Eko Mulyanto Y., ST.,MT.
2. Dr. Adhi Dharma W., ST.,MT.

Handling for blocked of blood vessel it can done with catheterization method. But this method is not safe because this method is still used xray to find the head of the catheter. X-rays can lead to cancer if done continuously. Alternatives that can be done by use 2D ultrasonography, are closely associated with the position and orientation of the ultrasound probe at the time of image acquisition. With ultrasonic signal based, this equipment can produce images inside body. For destination volume reconstruction / building 3D objects from 2D image slice, this final project captures the image pieces ultrasonography and configured the ultrasonography machine in order to capture the characteristic which are in accordance with the characteristics. Configuration of objects and images captured by ultrasonography can be used in research related to modeling 3D objects, based probe 2D ultrasonography as the reference image objects. The result is that the most influential parameters to capture the ultrasound image is gain and frequency. For minimum frequency and minimum gain that can be used to capture the image of the phantom is 8MHz. And configuration recommendations to get the desired object is 8-10MHz frequency and gain 20-40%. Because only objects of research are caught with the least noise quality. With this method it can be concluded to capture another object required the right configuration to eliminate noise.

Key word : 3D Ultrasound, USG, Configuration, Image

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas berkat dan rahmat Allah yang mahakua yang senantiasa menyertai saya dalam menuntaskan pelaksanaan tugas akhir ini dengan judul : Pembuatan Aplikasi Pererekam Citra Ultrasound Pada Logic Scan CEXT-1Z

Pelaksanaan tugas akhir di kampus perjuangan Teknik Elektro ITS ini dapat dilaksanakan dengan baik, tentunya tidak terlepas dari bantuan orang-orang disekitar saya. Maka dari itu saya mengucapkan terimakasih kepada :

1. Keluarga dan kerabat saya khususnya pada Ayah dan Ibu terkasih saya yang selama ini memberikan dukungan pikiran, tenaga, dan spiritual yang selalu mendorong semangat saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Tri Arief Sardjono, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
3. Kepada dosen pembimbing saya Bapak Dr. Eko Mulyanto Yuniarno S.T., M.T. dan Bapak Dr. Adhi Dharma S.T., M.T. yang selalu mengarahkan pelaksanaan tugas akhir ini. Beliau selalu memberikan dukungan dengan berbagi pengalaman, dan keilmuannya.
4. Bapak Dr. Ketut Edi Purnama S.T., M.T. selaku pimpinan penelitian terkait Rekonstruksi Volume 3D berbasis Citra *Ultrasound*
5. Bapak Muhtadin ST., MT. Selaku dosen pembimbing yang membantu penulis merevisi tugas akhir ini
6. Seluruh civitas akademika Teknik Komputer dan Telematika, Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Surabaya, Juli 2015

Joko Priambodo.
2211100054

Halaman ini sengaja dikosongkan

Daftar Isi

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel	xiii
Daftar Kode.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	1
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	1
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
1.7 Relevansi	4
BAB 2 Teori penunjang	5
2.1 <i>Ultrasonography</i>	5
2.2 Teknik <i>Ultrasound 3D</i>	6
2.3 Prosedur Kateterisasi pada Jantung.....	9
2.4 <i>Tranducer</i>	10
2.5 <i>Beamformer</i>	13
2.6 Cara Kerja <i>Ultrasonography</i>	14
2.6.1 <i>USG Mode scanning</i>	18
2.6.2 Parameter pada <i>Ultrasonography</i>	21
BAB 3 DESAIN SISTEM DAN IMPLEMENTASI	27

3.1 Cakupan Penelitian	27
3.2 Desain Sistem	28
3.3 Deskripsi Kerja	29
3.3.1 Denah Sisten Terimplementasi	29
3.3.2 Alur Kerja	30
3.4 Tahap Persiapan	32
3.5 Proses Pembuatan Phantom	33
3.6 Perancangan Perangkat Lunak	33
3.7 Persiapan Aplikasi	35
3.8 Hasil Streaming	37
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA	39
4.1 Bahan Pengujian	39
4.2 Metode Pengujian	39
4.3 Pengujian Konfigurasi Parameter USG	41
4.3.1 Pengujian Konfigurasi Frekuensi <i>USG</i>	42
4.3.2 Pengujian Konfigurasi <i>Depth USG</i>	45
4.3.3 Pengujian Konfigurasi <i>Power USG</i>	48
4.3.4 Pengujian Konfigurasi <i>Gain USG</i>	50
4.3.5 Pengujian Konfigurasi <i>Fokus USG</i>	53
4.4 Pengujian Penyimpanan Data Citra <i>USG</i>	57
4.5 Pengujian Kombinasi Parameter <i>USG</i>	58
4.6 Analisa Implementasi Kombinasi Parameter <i>USG</i>	63
BAB 5 PENUTUP	65
5.1 Simpulan	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	69
BIOGRAFI PENULIS	73

Daftar Gambar

2.1 Contoh Ilustrasi Ultrasonik pada suatu Bagian Tubuh	6
2.2 Teknik Gerakan <i>Probe Ultrasonography</i>	7
2.3 Sistem Penjejak Berbasis Citra Ultrasonik pada Penelitian.....	8
2.4 Sistem Penjejak pada Penelitian	9
2.5 (a)Jarum Kateter (b)Kateter yang Digambarkan sebagai Garis Putih pada Pembuluh Arteri dan Vena	9
2.6 Macam-Macam Tipe Probe USG yang Sering Digunakan	11
2.7 Hubungan Frekuensi dengan Citra.....	11
2.8 Beamformer yang Digunakan Dalam Penelitian ini Logicscan 128 CEXT-1Z.....	13
2.9 Kondisi Ketebalan Piezo Elektrik ketika (a) Tidak Diberi Tegangan (b) Diberi tegangan	14
2.10 (a) Ketika Gelombang Ultrasound Menabrak Piezo (b) Ketika Gelombang <i>Ultrasound</i> akan Menabrak Piezo.....	15
2.11 Perpindahan Mode dari Mesin <i>Ultrasound</i> (a) Mode Mengirim Gelombang <i>Ultrasound</i> (b) Mode Menerima Gelombang <i>Ultrasound</i>	15
2.12 Penjelasan <i>Ultrasound</i> menembus Jaringan (a)Ketika Ada Sekat atau Gelembung Udara (b) Ketika Diberi Cairan atau Jeli Diantara Probe Dengan Jaringan	16
2.13 Atenuasi yang Terjadi pada <i>Ultrasound</i>	17
2.14 (a) Gelombang <i>Ultrasound</i> yang Dibelokkan (b) Gelombang Ultrasound yang Dikembalikan	17
2.15 Ilustrasi Pantulan yang Terjadi Akibat suatu Benda yang Keras atau Berbentuk Acak (a) Pantulan Benda Berbentuk Acak (b) Pantulan Benda Keras.....	18
2.16 Ilustrasi Pengukuran Bola Mata.....	19
2.17(a) Pantulan Pertama Dihitung Berdasarkan Waktu (b) Pantulan yang Kedua Diukur Berdasarkan Waktu.....	19
2.18 Hubungan Perbedaan Waktu dan Jarak Pantulan	20
2.19 Tampilan pada <i>b scan</i> mode Ketika Memantul Suatu Dinding.....	20

2.20 Menjelaskan Frekuensi Tinggi dan Frekuensi Rendah Dalam 1 Detik, Garis Biru Menandakan Low Pressure Garis Merah Menandakan High Pressure	21
2.21 Panjang Gelombang yang Terjadi Diantara 2 Tekanan Tinggi ataupun Tekanan Rendah	22
2.22 Hubungan Frekuensi dan Panjang Gelombang.....	22
2.23 (a) Resolusi yang Menampilkan Dua Obyek Sebagai Dua Obyek (b)resolusi yang lemah sehingga menampilkan dua obyek sebagai satu obyek	23
2.24 Hubungan Frekuensi dengan Kedalaman (a) Frekuensi Tinggi Kedalaman Pendek (b) Frekuensi Rendah Kedalaman Jauh.....	24
2.25 Hubungan Antara Frekuensi, Panjang Gelombang, Resolusi dan Kedalaman.....	24
3.1 Desain Sistem Rinci	27
3.2 Hubungan Antar Perangkat Keras.....	28
3.3 Posisi Seluruh Komponen dan hantom	29
3.4 Alur pembuatan perangkat lunak USG	31
3.5 Streaming citra kosong	32
3.6 Phantom yang digunakan	33
3.7 Rancangan aplikasi streaming USG.....	34
3.8 Indikator lampu pada mesin dari paling atas hijau, merah, dan kuning	36
3.9 Gambar Data Streaming Aktif.....	37
3.10 Hasil Data Streaming pada Lengan Bawah	37
4.1 Diagram Alir Pengujian Konfigurasi Parameter USG	40
4.2 Diagram Alur Pengujian Metode Penyimpanan Data Parameter USG	41
4.3 (a) Citra USG yang ditangkap menggunakan frekuensi 10 MHz (b) citra USG yang ditangkap menggunakan frekuensi 5 Mhz.....	44
4.4 (a) Citra USG yang ditangkap menggunakan kedalaman 90mm (b) citra USG yang ditangkap menggunakan kedalaman 20mm	47
4.5 (a) Citra USG yang ditangkap menggunakan daya 10 persen (b) citra USG yang ditangkap menggunakan daya 100 persen.....	50
4.6 (a) Citra USG yang ditangkap menggunakan gain 10 persen (b) citra USG yang ditangkap menggunakan gain 100 persen	53

4.7(a) Citra USG yang Ditangkap Menggunakan fokus 3mm (b) citra USG yang ditangkap menggunakan fokus 56mm	56
4.8 Tampilan penyimpanan citra USG.....	57
4.9 Tampilan nama file	58
4.10 Citra USG yang memiliki banyak noise.....	58
4.11 Penangkapan dengan sedikit noise.....	59
4.12 Parameter standar (a)lingkaran merah citra yang diinginkan (b)kotak merah noise (c)garis biru batas bawah (d) tertembus melewati batas	60

Halaman ini sengaja dikosongkan

Daftar Tabel

Tabel 4.1 data dengan menggunakan frekuensi 5MHz dengan gain menurun.....	61
Tabel 4.2 data dengan menggunakan frekuensi 6MHz dengan gain menurun.....	62
Tabel 4.3 data dengan menggunakan frekuensi 7MHz dengan gain menurun.....	62
Tabel 4.4 data dengan menggunakan frekuensi 8MHz dengan gain menurun.....	62
Tabel 4.5 data dengan menggunakan frekuensi 9MHz dengan <i>gain</i> menurun.....	63
Tabel 4.6 data dengan menggunakan frekuensi 10MHz dengan <i>gain</i> menurun.....	63

Halaman ini sengaja dikosongkan

Daftar Kode

4.1 source dari update label frekuensi.....	42
4.2 fungsi setting parameter frekuensi USG	43
4.3 fungsi klik tombol frequency prev dan frequency next.....	44
4.4 pseudo code dari update label depth	45
4.5 fungsi setting parameter kedalaman USG	46
4.6 fungsi klik tombol frequency prev dan frequency next.....	46
4.7 source dari update label power	48
4.8 fungsi setting parameter daya USG.....	49
4.9 fungsi power trackbar	49
4.10 source dari update label gain	51
4.11 fungsi setting parameter gain USG	52
4.12 fungsi gain trackbar	52
4.13 source dari nilai label fokus	54
4.14 fungsi setting parameter fokus USG	55
4.15 salah satu fokus checkbox	56

Halaman ini sengaja dikosongkan

Daftar Tabel

Tabel 4.1 data dengan menggunakan frekuensi 5MHz dengan gain menurun.....	61
Tabel 4.2 data dengan menggunakan frekuensi 6MHz dengan gain menurun.....	62
Tabel 4.3 data dengan menggunakan frekuensi 7MHz dengan gain menurun.....	62
Tabel 4.4 data dengan menggunakan frekuensi 8MHz dengan gain menurun.....	62
Tabel 4.5 data dengan menggunakan frekuensi 9MHz dengan <i>gain</i> menurun.....	63
Tabel 4.6 data dengan menggunakan frekuensi 10MHz dengan <i>gain</i> menurun.....	63

Halaman ini sengaja dikosongkan

Daftar Gambar

2.1 Contoh Ilustrasi Ultrasonik pada suatu Bagian Tubuh	6
2.2 Teknik Gerakan <i>Probe Ultrasonography</i>	7
2.3 Sistem Penjejak Berbasis Citra Ultrasonik pada Penelitian.....	8
2.4 Sistem Penjejak pada Penelitian	9
2.5 (a)Jarum Kateter (b)Kateter yang Digambarkan sebagai Garis Putih pada Pembuluh Arteri dan Vena.....	9
2.6 Macam-Macam Tipe Probe USG yang Sering Digunakan	11
2.7 Hubungan Frekuensi dengan Citra.....	11
2.8 Beamformer yang Digunakan Dalam Penelitian ini Logicscan 128 CEXT-1Z.....	13
2.9 Kondisi Ketebalan Piezo Elektrik ketika (a) Tidak Diberi Tegangan (b) Diberi tegangan	14
2.10 (a) Ketika Gelombang Ultrasound Menabrak Piezo (b) Ketika Gelombang <i>Ultrasound</i> akan Menabrak Piezo.....	15
2.11 Perpindahan Mode dari Mesin <i>Ultrasound</i> (a) Mode Mengirim Gelombang <i>Ultrasound</i> (b) Mode Menerima Gelombang <i>Ultrasound</i>	15
2.12 Penjelasan <i>Ultrasound</i> menembus Jaringan (a)Ketika Ada Sekat atau Gelembung Udara (b) Ketika Diberi Cairan atau Jeli Diantara Probe Dengan Jaringan	16
2.13 Atenuasi yang Terjadi pada <i>Ultrasound</i>	17
2.14 (a) Gelombang <i>Ultrasound</i> yang Dibelokkan (b) Gelombang Ultrasound yang Dikembalikan	17
2.15 Ilustrasi Pantulan yang Terjadi Akibat suatu Benda yang Keras atau Berbentuk Acak (a) Pantulan Benda Berbentuk Acak (b) Pantulan Benda Keras	18
2.16 Ilustrasi Pengukuran Bola Mata.....	19
2.17(a) Pantulan Pertama Dihitung Berdasarkan Waktu (b) Pantulan yang Kedua Diukur Berdasarkan Waktu	19
2.18 Hubungan Perbedaan Waktu dan Jarak Pantulan	20
2.19 Tampilan pada <i>b scan</i> mode Ketika Memantul Suatu Dinding.....	20

2.20 Menjelaskan Frekuensi Tinggi dan Frekuensi Rendah Dalam 1 Detik, Garis Biru Menandakan Low Pressure Garis Merah Menandakan High Pressure	21
2.21 Panjang Gelombang yang Terjadi Diantara 2 Tekanan Tinggi ataupun Tekanan Rendah	22
2.22 Hubungan Frekuensi dan Panjang Gelombang.....	22
2.23 (a) Resolusi yang Menampilkan Dua Obyek Sebagai Dua Obyek (b)resolusi yang lemah sehingga menampilkan dua obyek sebagai satu obyek	23
2.24 Hubungan Frekuensi dengan Kedalaman (a) Frekuensi Tinggi Kedalaman Pendek (b) Frekuensi Rendah Kedalaman Jauh.....	24
2.25 Hubungan Antara Frekuensi, Panjang Gelombang, Resolusi dan Kedalaman.....	24
3.1 Desain Sistem Rinci	27
3.2 Hubungan Antar Perangkat Keras.....	28
3.3 Posisi Seluruh Komponen dan hantom	29
3.4 Alur pembuatan perangkat lunak USG	31
3.5 Streaming citra kosong	32
3.6 Phantom yang digunakan	33
3.7 Rancangan aplikasi streaming USG.....	34
3.8 Indikator lampu pada mesin dari paling atas hijau, merah, dan kuning	36
3.9 Gambar Data Streaming Aktif.....	37
3.10 Hasil Data Streaming pada Lengan Bawah	37
4.1 Diagram Alir Pengujian Konfigurasi Parameter USG	40
4.2 Diagram Alur Pengujian Metode Penyimpanan Data Parameter USG	41
4.3 (a) Citra USG yang ditangkap menggunakan frekuensi 10 MHz (b) citra USG yang ditangkap menggunakan frekuensi 5 Mhz.....	44
4.4 (a) Citra USG yang ditangkap menggunakan kedalaman 90mm (b) citra USG yang ditangkap menggunakan kedalaman 20mm	47
4.5 (a) Citra USG yang ditangkap menggunakan daya 10 persen (b) citra USG yang ditangkap menggunakan daya 100 persen.....	50
4.6 (a) Citra USG yang ditangkap menggunakan gain 10 persen (b) citra USG yang ditangkap menggunakan gain 100 persen	53

4.7(a) Citra USG yang Ditangkap Menggunakan fokus 3mm (b) citra USG yang ditangkap menggunakan fokus 56mm	56
4.8 Tampilan penyimpanan citra USG.....	57
4.9 Tampilan nama file	58
4.10 Citra USG yang memiliki banyak noise	58
4.11 Penangkapan dengan sedikit noise	59
4.12 Parameter standar (a)lingkaran merah citra yang diinginkan (b)kotak merah noise (c)garis biru batas bawah (d) tertembus melewati batas	

Halaman ini sengaja dikosongkan

Daftar Kode

4.1 source dari update label frekuensi.....	42
4.2 fungsi setting parameter frekuensi USG	43
4.3 fungsi klik tombol frequency prev dan frequency next.....	44
4.4 pseudo code dari update label depth	45
4.5 fungsi setting parameter kedalaman USG	46
4.6 fungsi klik tombol frequency prev dan frequency next.....	46
4.7 source dari update label power	48
4.8 fungsi setting parameter daya USG.....	49
4.9 fungsi power trackbar	49
4.10 source dari update label gain	51
4.11 fungsi setting parameter gain USG	52
4.12 fungsi gain trackbar	52
4.13 source dari nilai label fokus	54
4.14 fungsi setting parameter fokus USG	55
4.15 salah satu fokus checkbox	56

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit jantung merupakan pembunuh nomor satu di Indonesia ini dikarenakan ketertinggalan teknologi penanganan penyakit jantung mengakibatkan jumlah penderita jantung masih relatif tinggi[9]. telah dilakukan riset mengenai penanganan penyakit ini dengan menggunakan kateter untuk menentukan posisi penyumbatan pembuluh darah.

Namun untuk dilakukan operasi secara langsung, penentuan posisi dari kateter ini cukup sulit. Sehingga perlu adanya visualisasi untuk dapat menentukan posisi dari kateter tersebut. Posisi dan kedalaman kateter mempengaruhi operasi yang akan dilakukan oleh dokter.

Agar dapat menentukan posisi dari ujung kateter yang telah masuk dipembuluh darah diperlukan alat yang dapat menembus daging manusia Dalam hal ini, alat yang mampu menembus daging manusia adalah *Ultrasound*.

USG (Ultra SonoGraphy) sering digunakan dalam dunia medis untuk memvisualisasikan kondisi bayi didalam rahim. Hal ini dapat dilakukan karena *USG* menggunakan prinsip pemantulan gelombang frekuensi tinggi yang dapat di visualisasikan. Mesin *USG* ini lebih aman digunakan karena tidak merusak jaringan – jaringan hidup didalamnya jika dibandingkan dengan menggunakan *x-ray*. Penggunaan *x-ray* ini memiliki batas dosis penggunaan[5] .

Di jurusan teknik elektro terdapat suatu penelitian tentang Pembuatan *USG 3D*. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk membuat suatu objek 3D dari mesin *USG 2D*. Mesin tersebut dapat digunakan untuk mendapatkan citra 3 dimensi dari citra 2 dimensi yang ditangkap. Namun, pada penelitian Pembuatan *USG 3D* ini belum ada aplikasi yang menangkap dan merekam citra *ultrasound*. Selain itu, citra tersebut belum dapat digunakan untuk mendapatkan citra yang diinginkan karena obyek yang diamati memiliki karakteristik yang berbeda

1.2 Permasalahan

dari uraian latar belakang diatas maka permasalahan yang akan dicarikan jalan keluarnya adalah belum adanya aplikasi yang dapat melakukan konfigurasi dan merekam citra *ultrasonography* agar dapat menangkap citra yang disesuaikan karakteristik obyek.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah :

1. Merancang perangkat lunak yang dapat menerima dan mengolah citra 2D dari *mesin ultrasonography*.
2. Merekomendasikan konfigurasi minimum dari parameter citra 2 dimensi yang dapat menjejak dengan presisi.

Hasil dari pelaksanaan tugas akhir yang berupa konfigurasi parameter citra 2D dan perangkat lunak akan digunakan pada penelitian selanjutnya terkait pembuatan objek medis 3D dengan menggunakan citra ultrasonik 2D dari *probe ultrasonography*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun dalam pelaksanaan tugas akhir ini, terdapat batasan masalah. Batasan tersebut antara lain:

1. *Probe ultrasonography* yang digunakan *telemed HL9.0/40/128Z-4*.
2. *Ultrasound* yang digunakan adalah *Logic Scan 128 CEXT-1X*
3. Daerah yang dijadikan obyek penelitian adalah *phantom* yang terbuat dari bak air dengan kawat memanjang ditengahnya
4. Pembuatan aplikasi menggunakan *managed c++*

1.5 Metodologi

Secara teknis, pelaksanaan tugas akhir ini terdiri dari enam tahap . Setiap tahap memiliki hasil luaran yang selanjutnya akan digunakan sebagai bahan masukan untuk tahap berikutnya. Berikut adalah tahap pelaksanaan tugas akhir ini :

1. Persiapan instrumen
Pada tahap yang pertama komponen disusun untuk mengurangi terjadinya kerusakan. Pastikan seluruh komponen terpasang dengan baik dan kabel penghubung Instrumen tidak mengalami kerusakan.
2. Cek kondisi instrumen
Pertama kali untuk dilakukan adalah memasang *driver* dari mesin *USG*. *Driver* ini tidak dapat digunakan pada sistem operasi selain *windows*.
3. Pembuatan *phantom*
Fungsi *phantom* ini adalah memantau hasil output dari ultrasound.

4. Perancangan Aplikasi menggunakan *USGFW SDK* library dengan menggunakan *Visual Studio*.
Pada tahap perancangan aplikasi digunakan *library USGFW SDK* dan *IDE Visual Studio 2010*. Bahasa yang digunakan dalam perancangan ini adalah *Managed C++* . Aplikasi yang dihasilkan memiliki fitur untuk berkomunikasi dengan *ultrasound* , mengatur parameter *ultrasound*, dan menyimpan citra beserta parameter.
5. *Streaming* data dari mesin *USG*
Pada tahap ini dilakukan aktivasi fitur *streaming* pada aplikasi *USG*. Pada tahap ini dilakukan pengaktifan mesin *USG* untuk dapat menampilkan citra yang ditangkap oleh mesin *USG*.
6. Mengatur dan Menyimpan Citra *USG*
Setelah data *streaming* berhasil, maka tahap ini akan berlanjut ke tahap mengatur mesin ultrasound untuk mendapatkan citra yang lebih baik. Setelah mendapatkan citra yang diinginkan maka aplikasi ini mampu untuk menyimpan citra dalam format *PNG*. Hasil simpanan ini dilanjutkan ke penelitian pembuatan citra tiga dimensi.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penelitian ini digunakan sistem pembahasan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, sistematika penulisan, dan relevansi.

2. BAB II TEORI PENUNJANG

Pada Bab ini berisi tentang uraian secara sistematis mengenai teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini. Adapun teori tersebut digunakan sebagai dasar dalam penelitian tugas akhir ini antara lain :

- (a) *Ultrasonography*.
- (b) Teknik *Ultrasound 3D*.
- (c) Prosedur Kateterisasi Jantung.
- (d) *Tranducer*.
- (e) *Beamformer*.
- (f) Cara Kerja *Ultrasonography*.

3. BAB III DESAIN SISTEM DAN IMPLEMENTASI

Bab ini berisi tentang penjelasan terkait sistem yang akan dibuat. Guna mendukung itu digunakanlah alur kerja atau *work flow* agar sistem yang dibuat dapat terlihat dan mudah dibaca untuk diimplementasikan pada pelaksanaan tugas akhir.

4. BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan mengenai pengujian yang dilakukan terhadap sistem dalam penelitian ini dan menganalisis. Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan juga disebutkan dalam bab ini. Sehingga ketika akan dikembangkan lebih jauh, spesifikasi perlengkapannya bisa dipenuhi dengan mudah tanpa harus melakukan uji coba perangkat lunak maupun perangkat keras lagi.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan bagian penutup yang terdiri kesimpulan dan saran. Kesimpulan tersebut diambil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Pada bagian saran menguraikan saran-saran untuk penelitian berikutnya.

1.7 Relevansi

Penelitian terkait cara untuk memperoleh citra 2D menggunakan Sistem mesin *USG* ini termasuk dalam kelompok penelitian *image processing*. Penerapan citra 2D dari ultrasound ini dibutuhkan di berbagai bidang antara lain pada bidang medis. Visualisasi dalam bentuk objek 3D yang direkonstruksi dengan menggabungkan citra 2D dan koordinat 3D pada *ultrasonography probe* dalam koordinat ruang akan membantu dokter dalam melaksanakan beberapa proses operasi pada tubuh pasien.

BAB 2

Teori penunjang

Dalam melaksanakan tugas akhir ini, dibutuhkan beberapa teori penunjang sebagai bahan acuan dan referensi. Acuan dan referensi tersebut digunakan agar pelaksanaan tugas akhir ini lebih terarah

2.1 *Ultrasonography*

Dalam tugas akhir ini digunakan alat medis yang bernama *ultrasonography*, yang biasanya digunakan untuk memeriksa bagian dalam tubuh manusia. *Diagnostic sonography* atau *ultrasonography* merupakan teknik diagnosa citra berbasis *ultrasound* yang digunakan untuk menampilkan struktur bagian dalam tubuh termasuk tendon, otot, sendi, pembuluh darah, dan organ dalam yang memungkinkan adanya penyakit dan luka dalam. Pada umumnya *ultrasound* ini digunakan pada ibu hamil yang biasa disebut *obstetric sonography*.

Proses yang terdapat pada mesin *ultrasonography* adalah sebagai berikut. *Ultrasound* merupakan gelombang suara dengan frekuensi yang sangat tinggi. Sehingga manusia tidak mampu mendengar suara ini. Citra *ultrasound* dibuat dari pengiriman gelombang *ultrasound transducer (probe)*. Suara yang dipantulkan dari beberapa bagian jaringan. Pantulan ini disimpan dan ditampilkan sebagai citra pada operator. Banyak bentuk citra yang dapat dibentuk menggunakan *ultrasound*. Bentuk yang paling terkenal adalah citra *B-mode*. Dimana *B-mode* ini menampilkan impedansi akustik dari potongan 2 dimensi citra jaringan. Bentuk citra yang lain dapat menampilkan aliran darah, gerakan jaringan tiap waktu, lokasi dari darah, kehadiran dari suatu molekul, kram pada jaringan, atau anatomi dari daerah tiga dimensi.

Jika dibandingkan dengan metode citra medis, *ultrasonography* memiliki beberapa keuntungan. Mesin *ultrasonography* menyediakan citra secara *real time* (langsung ditampilkan tanpa adanya jeda waktu), mesin *ultrasonography* cukup *portable* dan mampu diletakkan disamping tempat tidur pasien. Secara substansi *ultrasonography* menggunakan daya yang kecil dan tidak menggunakan radiasi ion yang tinggi. Kelemahan dari *ultrasonography* ini adalah batasan sudut pandang

termasuk kesulitan pencitraan bagian belakang tulang dan udara. Dan juga ketergantungan relatif terhadap operator.

Ultrasound pertama kali digunakan sesudah perang dunia I, dalam bentuk radar atau teknik sonar (*sound navigation and ranging*) oleh Langevin tahun 1918 untuk mengetahui adanya ranjau-ranjau atau adanya kapal selam. Namun seiring berkembangnya zaman dan teknologi, *ultrasound* sekarang juga digunakan di bidang kesehatan dan disebut *ultrasonography* atau lebih dikenal dengan *USG*. *Ultrasound* dalam bidang kesehatan bertujuan untuk pemeriksaan organ-organ tubuh yg dapat diketahui bentuk, ukuran anatomis, gerakan, serta hubungannya dengan jaringan lain disekitarnya. Sifat dasar *ultrasound* :

1. Sangat lambat bila melalui media yang bersifat gas, dan sangat cepat bila melalui media padat.
2. Semakin padat suatu media maka semakin cepat kecepatan suaranya.
3. Apabila melalui suatu media maka akan terjadi atenuasi.

2.2 Teknik *Ultrasound* 3 D

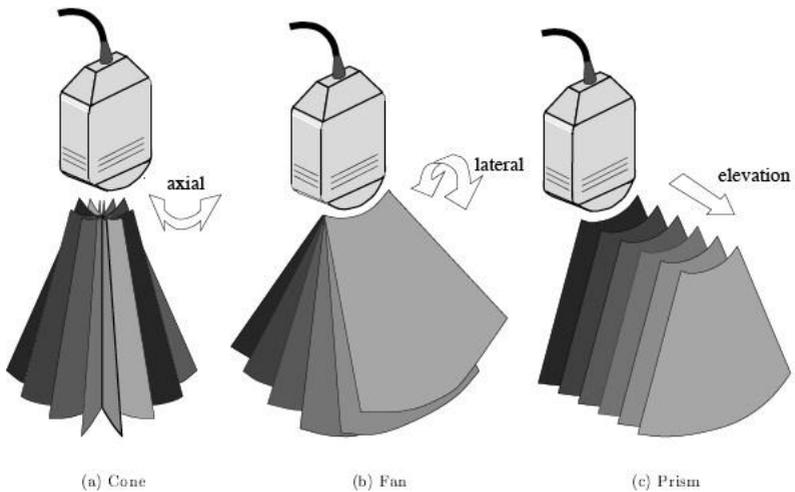
Dalam tugas akhir ini, dibahas penggunaan *probe ultrasonography* yang pada umumnya digunakan oleh pelaksana medis untuk memeriksa bagian dalam dari tubuh manusia. *Probe Ultrasonography* memancarkan gelombang ultrasonik ke bagian tubuh. Setelah dipancarkan, beberapa bagian tubuh manusia akan memantulkan kembali gelombang tersebut sehingga terdapat bagian yang terpantul dan tidak terpantul. Dalam pembuatan ilustrasi ultrasonik, bagian yang terpantul akan berwarna putih, sedangkan yang tidak terpantul akan berwarna hitam [1].



Gambar 2.1 Contoh Ilustrasi *Ultrasound* pada suatu Bagian Tubuh [1]

Untuk memudahkan simulasi medis, terdapat sistem yang memanfaatkan teknologi ultrasonik ini untuk membangun objek 3 D dan mensimulasikannya. Salah satu penerapan simulasi medis tersebut terdapat pada penelitian [4]. Pada penelitian tersebut memanfaatkan urutan dari gambar/ilustrasi ultrasonik 2D untuk dibangun objek 3D dengan mengurutkan gambar 2D dapat berdasarkan posisi pengambilannya. Untuk memperoleh posisi dapat digunakan sistem penjejak agar setiap urutan gambar ultrasonik tersebut diketahui dengan tepat posisi pada koordinat ruang.

Untuk menggunakan *probe ultrasonography* secara 3D, terdapat beberapa teknik yang dijelaskan pada [4] untuk mengambil data Gambar ultrasonik. *Probe ultrasonography* dapat digerakkan secara bebas untuk memperoleh bentuk 3D yang diperlukan. Sesuai pada Gambar 2.2

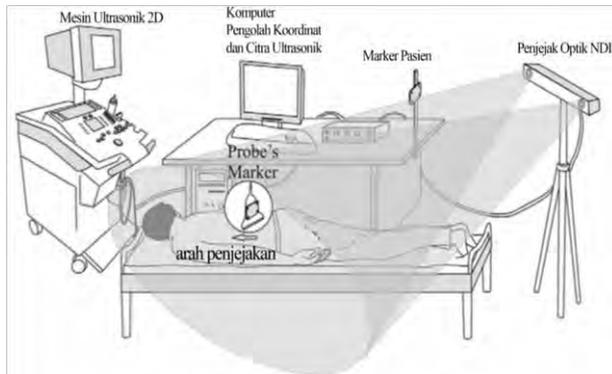


Gambar 2.2 Teknik Gerakan *Probe Ultrasonography* [4]

Pada beberapa teknik tersebut, terdapat teknis gerakan yang menghasilkan objek yang berbeda. Pada Gambar 2.2(a) *probe* digerakkan dengan cara memutar pada sumbu vertikal sehingga objek yang didapatkan berupa kerucut. Pada Gambar 2.2(b) *probe* digerakkan secara memutar pada sumbu horizontal sehingga objek yang didapatkan seperti

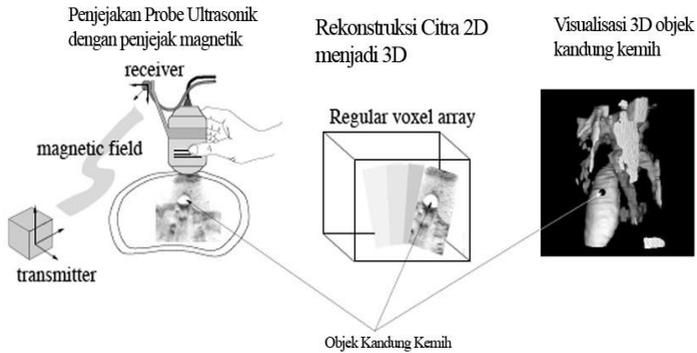
sirip. Pada Gambar 2.2(c) *probe* digerakkan secara horizontal sehingga objek 3D yang dihasilkan berupa prisma.

Dari Gambaran teknis tersebut, orientasi *probe ultrasonography* saat dilakukan pengambilan Gambar ultrasonik akan sangat mempengaruhi objek 3D yang akan dibangun. Oleh karena itu dalam sistem *Ultrasound 3D* diperlukan penjejak posisi *probe ultrasonography* baik posisi 3D dalam koordinat ruang, maupun orientasi. Pada [4] sistem penjejak yang digunakan dalam penelitian tersebut menggunakan penjejak optik (Gambar 2.3), sedangkan pada penelitian[7] menggunakan penjejak magnetik (Gambar 2.4). Pada Gambar 2.3 untuk penelitian [7], dapat dilihat terdapat *probe ultrasonography* yang dijejek menggunakan kamera *NDI* sebagai penjejak.

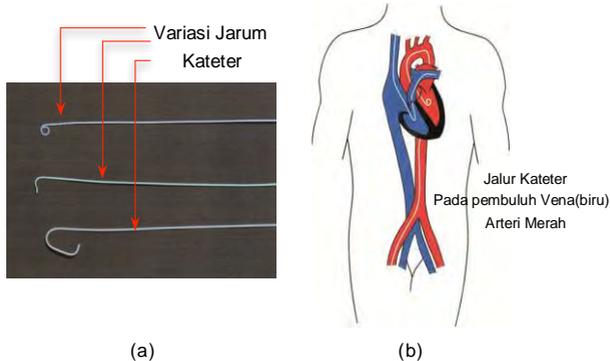


Gambar 2.3 Sistem Penjejak Berbasis Citra Ultrasonik pada Penelitian [6]

Penjejukan pada penelitian [6] digunakan untuk membangun objek tulang belakang dari pasien dengan menggunakan urutan citra ultrasonik yang telah dirangkai menurut posisi dan orientasi dari *probe*. Sedangkan pada penelitian [4] digunakan penjejak magnetik yang dapat memperoleh posisi dan orientasi dari *probe*, sehingga hasil penjejukan posisi *probe* setiap *frame* citra ultrasoniknya dapat digunakan dalam proses rekonstruksi. Hasil dari proses rekonstruksi sebagaimana digambarkan pada Gambar 2.4 adalah visualisasi objek medis kandung kemih dalam 3D.



Gambar 2.4 Sistem Penjejak pada Penelitian [4]



Gambar 2.5 (a)Jarum Kateter; (b)Kateter yang DiGambarkan sebagai Garis Putih pada Pembuluh Arteri dan Vena [4]

2.3 Prosedur Kateterisasi pada Jantung

Prosedur Kateterisasi merupakan tindakan medis yang dilakukan oleh dokter dengan memasukkan jarum kateter (Gambar 2.5) (a) dari pembuluh darah arteri pada pangkal paha menuju ke jantung. Tindakan medis ini diberikan kepada pasien yang memiliki masalah pada jantungnya. Salah satu masalah yang ditangani dengan tindakan medis ini adalah penyumbatan pembuluh darah pada jantung oleh lemak.

Untuk mengetahui lokasi penyempitan pembuluh darah, dokter memasukkan kateter melalui pembuluh darah arteri pada pangkal paha. Kateter tersebut didorong hingga menuju ke jantung. Untuk mengamati

pergerakan kateter dalam pembuluh darah, dokter menggunakan peralatan *x-ray*. Gelombang *x-ray* dipaparkan pada bagian tubuh pasien yang dilewati oleh kateter, sehingga didapatkan citra *x-ray* 2D yang dapat membantu dokter untuk melihat bagian dalam tubuh pasien. Namun kateter belum dapat jelas terlihat lain halnya dengan tulang. Maka dari itu, dokter perlu melakukan proses *angiography* dengan memasukkan cairan kontras radiografi. Setelah cairan tersebut dimasukkan, pembuluh darah yang dilalui oleh kateter dapat terlihat. Dari proses *angiography*, dokter juga dapat menemukan pembuluh darah jantung yang mengalami penyumbatan oleh lemak sehingga dokter dapat menentukan posisi untuk pemasangan ring jantung.

Dapat dilihat pada Gambar 2.5 (b) terdapat visualisasi pembuluh darah yang dilalui oleh jarum kateter. Terdapat dua jalur pembuluh darah yaitu pembuluh darah arteri(merah) dan vena(biru). Garis putih pada pembuluh, merupakan visualisasi jarum kateter ketika memasuki pembuluh darah. Jika jarum kateter dimasukkan pada pembuluh arteri, maka jarum dimasukkan dari pembuluh arteri pada pangkal paha menuju ke jantung. Jika jarum kateter dimasukkan melalui pembuluh vena maka jarum dimasukkan dari pembuluh vena yang berada pada daerah lengan kanan.

2.4 *Tranducer*

Pengertian *Tranducer* secara umum adalah *transducer* berasal dari kata “traducere” dalam bahasa Latin yang berarti mengubah. Bagian masukan dari *tranducer* disebut “*sensor*”, karena bagian ini dapat mengindra suatu kuantitas fisik tertentu dan mengubahnya menjadi bentuk energi yang lain. William D.C mengatakan:“*tranducer* adalah sebuah alat yang bila digerakan oleh suatu energi di dalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energi tersebut dalam bentuk yang sama atau dalam bentuk yang berlainan ke sistem transmisi berikutnya”. Transmisi energi ini bisa berupa listrik, mekanik, kimia, optic (radiasi) atau thermal (panas).

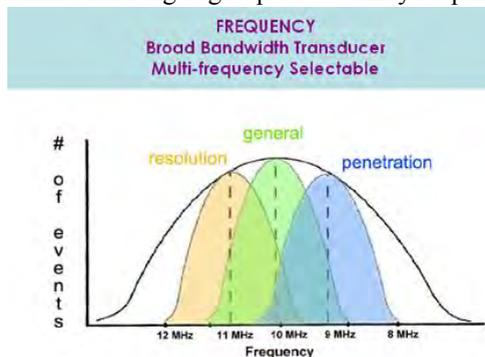
Sedangkan pada alat *ultrasonography(USG)*, *Tranducer* adalah komponen *USG* yang ditempelkan pada bagian tubuh yang akan diperiksa, seperti dinding perut atau dinding poros usus besar pada pemeriksaan prostat. Di dalam transducer terdapat kristal yang

digunakan untuk menangkap gelombang yang disalurkan oleh *transducer*. Gelombang yang diterima masih dalam bentuk gelombang akustik. Sehingga fungsi kristal disini adalah untuk mengubah gelombang tersebut menjadi gelombang elektronik yang dapat dibaca oleh komputer sehingga dapat ditampilkan dalam bentuk gambar.



Gambar 2.6 Tipe-Tipe *Probe* USG yang Sering Digunakan[10]

Ada berbagai macam tipe *Tranducer ultrasound*, seperti tipe *Tranducer* yang dapat dilihat pada Gambar 2.6 dan frekuensi yang digunakan dapat mempengaruhi kualitas citra yang didapat. Frekuensi yang digunakan pada *Tranducer* berkisar diantara 3-15 MHz dan tipe yang digunakan untuk *Tranducer* adalah linier dan lengkung. Semakin tinggi frekuensi citra yang ditangkap semakin baik. Namun, kedalaman citra akan semakin berkurang begitu pula sebaliknya seperti Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Hubungan Frekuensi dengan Citra[11]

Cara kerja *Tranducer*, Pulsa listrik yang dihasilkan oleh generator diubah menjadi energi akustik oleh *tranducer*, yang dipancarkan dengan arah tertentu pada bagian tubuh yang akan dilihat. Sebagian akan dipantulkan dan sebagian lagi akan merambat menembus jaringan yang akan menimbulkan bermacam-macam *echo* (gema) sesuai dengan jaringan yang dilaluinya. Pantulan *echo* yang berasal dari jaringan-jaringan tersebut akan membentur *tranducer*, dan kemudian diubah menjadi pulsa listrik. Lalu diperkuat dan diperlihatkan dalam bentuk cahaya pada layar *oscilloscope*. Dengan demikian bila *tranducer* digerakkan, seolah-olah kita melakukan irisan-irisan pada bagian tubuh yang diinginkan dan gambaran irisan-irisan tersebut akan dapat dilihat pada layar monitor yang dapat diamati untuk pemeriksaan.

Tranducer mempunyai frekuensi (untuk *pulse ultrasound*) yang ditentukan oleh ketebalan dan cepat rambat bahan *piezoelektrik*. Semakin tipis aktif elemen, semakin tinggi frekuensi *tranducer*. Semakin besar cepat rambat aktif material, semakin besar frekuensi *tranducernya*.

Kecepatan sebelum kembali eksitasi pulsa ke *tranducer* disebut *Pulse Repertition Frequency* (PRF) yang ditentukan oleh *timing section*. *Timing section* juga memberikan sinkronisasi pada bagian-bagian sistem lain sehingga *echo* yang kembali akan diproses dan ditampilkan sesuai dengan posisi aksialnya. Frekuensi *tranducer* dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu :

a. *Bandwidth* (Hz)

Yaitu rentang frekuensi terendah dan tertinggi suara yang dikeluarkan oleh *tranducer*. Semakin kecil *bandwidth*, nilai frekuensi yang dikeluarkan *tranducer* semakin cepat. Semakin pendek pulsa, semakin tinggi *bandwidth*. Misal tertulis 3,5 MHz yang dikeluarkan bisa 2-5 MHz.

b. Faktor Q

Faktor Q menunjukkan kemampuan *tranducer* untuk mengeluarkan frekuensi *ultrasound* yang bersih/jernih. *Tranducer imaging* cenderung mempunyai faktor Q yang rendah, hal tersebut diperlukan untuk menghasilkan pulsa pendek. Pulsa pendek akan menghasilkan resolusi aksial yang baik. *Bandwidth* lebar dan faktor Q

rendah akan menghasilkan pulsa pendek sehingga resolusi aksial semakin baik.

c. Panjang pulsa (*Pulse Length*)

Panjang pulsa yang digunakan untuk diagnostik yang paling ideal adalah *very short pulse* yang dikeluarkan kristal. Dan kristal menunggu waktu yang cukup panjang untuk menerima suara yang kembali.

2.5 *Beamformer*

Secara Umum *Beamforming* adalah suatu teknik pengolahan sinyal yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi seperti komunikasi nirkabel, radar, dan sonar yang menggunakan sebuah *array sensor* atau elemen untuk transmisi. Dan penerima radio atau suara gelombang. *Beamforming* memungkinkan selektivitas *directional* atau *spasial* transmisi sinyal atau penerimaan. Pada *USG* medis, *beamforming* digunakan untuk memfokuskan sinyal gema yang diterima sebagai refleksi dari struktur jaringan yang berbeda. Di sisi transmisi, fokus balok *USG* yang dibuat menggunakan *array* bertahap, dan menerima *beamformer* menciptakan pola balok menunjuk ke arah yang sama. *Beamformer* diterima, *focusing* dicapai dengan tepat menunda sinyal gema tiba di elemen yang berbeda untuk menyelaraskan mereka dengan cara menciptakan sebuah pesawat *isophase*. Hal ini memberikan keuntungan pengolahan. Proses sinyal dasar ini disebut fungsi delay dan bobot dalam domain waktu.



Gambar 2.8 *Beamformer* yang Digunakan Dalam Penelitian ini Logicscan 128 CEXT-1Z[7]

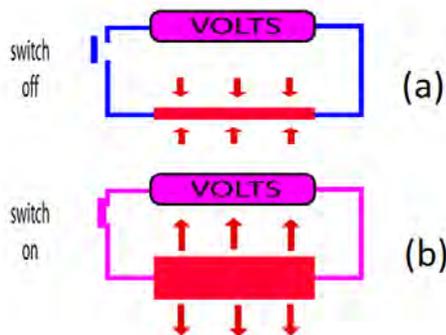
Fungsi *beamformer* pada Gambar 2.8 adalah:

1. Membangkitkan pulsa listrik untuk mengaktifkan *probe*
2. Sinyal *ultrasound* sebagai gema pra-amplifikasi
3. Kompensasi dari pelemahan *USG* karena kedalaman
4. Penataan urutan sinyal penerima dan fokus dengan menerapkan penundaan waktu yang tepat
5. Pergeseran frekuensi pusat *BPF (band pass filter)* untuk mengikuti pergeseran frekuensi yang terjadi sesuai dengan kedalaman
6. Mempersiapkan data digital untuk mentransfer melalui antarmuka *USB*

2.6 Cara Kerja *Ultrasonography*

Agar *ultrasound* dapat menemukan suatu obyek, hal yang pertama kita perlu adalah memiliki cara untuk menghasilkan gelombang *ultrasound*. Kita perlu sesuatu untuk membuat getaran yang akan melakukan perjalanan pada jaringan pasien.

Ada bahan khusus yang disebut *piezoelektrik crystal*. Bahan ini memiliki kemampuan yang sangat istimewa. Ketika tegangan diberikan ke kristal *piezoelektrik* (dapat dilihat pada Gambar 2.9a), mengembang. Ketika tegangan dihilangkan, kembali ke ketebalan aslinya (Gambar 2.9b)

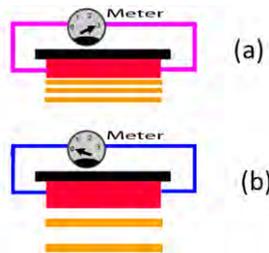


Gambar 2.9 Kondisi Ketebalan Piezo Elektrik ketika (a) Tidak Diberi Tegangan (b) Diberi tegangan[8]

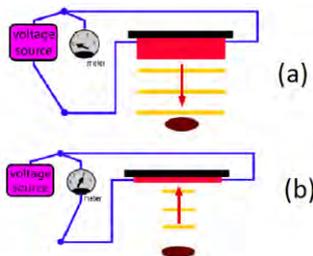
Jadi jika tegangan sangat cepat diberi dan dihapus berulang kali, kristal *piezoelektrik* cepat mengembang dan mengecil, menciptakan gelombang *ultrasound*.

Untuk menemukan suatu obyek menggunakan *ultrasound*, salah satu hal yang perlu diketahui adalah cara mendengar gelombang suara yang dipantulkan dari berbagai obyek. Sebelumnya telah dibahas bagaimana *piezo elektrik* dapat mengembang ketika diberi tegangan dan bagaimana menghasilkan gelombang *ultrasound*.

Berdasarkan hal tersebut ketika *piezo electric crystal* menyusut, dia mampu menghasilkan suatu tegangan. Kemampuan inilah yang digunakan untuk mendengar gelombang *ultrasound* yang kembali setelah menabrak obyek. Ketika gelombang suara menabrak *piezo electric crystal*. Kristal akan menghasilkan tegangan berdasarkan intensitas dari gelombang *ultrasound* yang menabraknya (lihat Gambar 2.10)



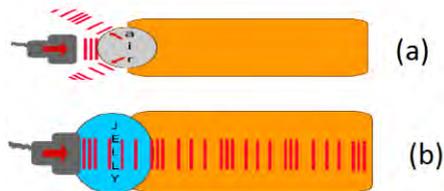
Gambar 2.10 (a) Ketika Gelombang *Ultrasound* Menabrak *Piezo* (b) Ketika Gelombang *Ultrasound* akan Menabrak *Piezo*[8]



Gambar 2.11 Perpindahan Mode dari Mesin *Ultrasound* (a) Mode Mengirim Gelombang *Ultrasound* (b) Mode Menerima Gelombang *Ultrasound*[8]

mesin *ultrasound* menggunakan *piezo electric crystal* yang sama untuk mengirim dan menerima gelombang *ultrasound*. Awalnya mesin memberikan tegangan ke kristal untuk melebar dan mengirimkan gelombang. Mesin *ultrasound* sangat cepat untuk berpindah ke mode menerima dengan memonitoring tegangan yang melewati *piezo electric crystal*. Gambar 2.11 menjelaskan bagaimana perubahan dari mode pengirim *ultrasound* ke mode penerima *ultrasound*.

Hambatan utama dari gelombang *ultrasound* adalah udara. Gelombang *ultrasound* akan dikembalikan lebih kuat pada saat udara bertemu dengan jaringan hidup. Jika pada jaringan dan *transducer* terdapat gelembung udara yang kecil, gelombang *ultrasound* akan dipantulkan kembali daripada menembus jaringan hidup(Gambar 2.12 (a)). Tanpa adanya gelombang yang bergerak masuk ke pasien, maka kita tidak dapat melihat hal yang ada didalam tubuh pasien karena gelombang *ultrasound* yang dipantulkan tidak kembali ke *piezo*. Disisi lain *ultrasound* dapat bergerak dengan mudah melalui media cair. Untuk alasan ini, ada zat yang umum digunakan antara *probe* dengan kulit pasien yaitu cairan jeli. Cairan ini membantu menghilangkan gelembung udara agar gelombang *ultrasound* dapat melewati bagian tubuh (Gambar 2.12(b)).



Gambar 2.12 Penjelasan *ultrasound* menembus jaringan (a)Ketika Ada Sekat atau Gelembung Udara (b) Ketika Diberi Cairan atau Jeli Diantara *Probe* Dengan Jaringan.[8]

Setelah *ultrasound* memasuki bagian tubuh, berbagai hal dapat terjadi pada gelombang *ultrasound*. Beberapa gelombang *ultrasound* yang kembali ke *probe* untuk membantu mesin memproses gelombang. Gelombang tidak kembali dikarenakan hilangnya gelombang *ultrasound* pada saat memasuki tubuh. Dikarenakan atenuasi, refraksi, dan refleksi.

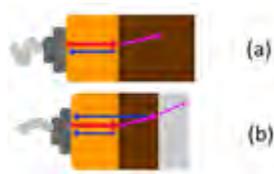
Beberapa gelombang *ultrasound* mengalami atenuasi. Dikarenakan tubuh menyerap energi *ultrasound*(Gambar 2.13).



Gambar 2.13 Atenuasi yang Terjadi pada *Ultrasound*[8]

Mengakibatkan hilangnya gelombang. Gelombang ini tidak kembali dan terbuang. Semakin banyak jaringan yang dilewati *ultrasound*, semakin besar pula atenuasi terjadi. Hal inilah yang mengakibatkan kesulitan untuk mencitrakan struktur jaringan yang lebih dalam.

Setiap substansi memiliki ciri khas yang unik yang disebut dengan *acoustic impedance*. Yang dimaksud dengan *acoustic impedance* adalah kepadatan antar substansi dan kecepatan *ultrasound* pada substansi tersebut. Agar lebih mudah dapat di jelaskan melalui Gambar 2.12(a). Pada Gambar 2.12(a) gelombang *ultrasound* akan melewati dari satu substansi ke substansi yang lain dengan perbedaan *acoustic impedance*. Hal ini yang disebut dengan refraksi.

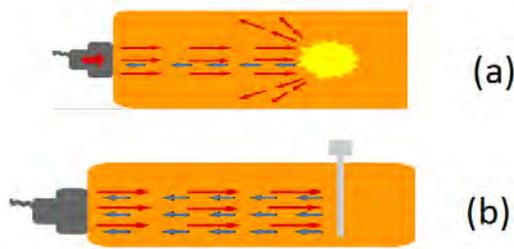


Gambar 2.14 (a) Gelombang *Ultrasound* yang Dibelokkan (b) Gelombang *Ultrasound* yang Dikembalikan[8]

Sebagian sinyal(pada Gambar 2.14(a) garis biru) dipantulkan kembali ke arah *probe*. Jumlah yang dikembalikan bergantung dari perbedaan dari *acoustic impedance* antara dua substansi. Semakin berbeda, semakin banyak pantulan kembali. Gelombang yang terpantul sangatlah penting, karena gelombang yang kembali memberikan informasi untuk mesin menampilkan citra. Pada Gambar 2.14(b)

gelombang *ultrasound* yang menembus dari satu jaringan ke jaringan yang berikutnya, dengan perbedaan *acoustic impedance*, beberapa dari gelombang dipantulkan kembali setiap melewati (dari Gambar terlihat panah biru yang kembali).

Sebuah obyek yang berbentuk tidak teratur seperti saraf, akan menyebabkan gelombang *ultrasound* menyebar ke segala arah. Sebagian kecil gelombang akan kembali ke *ultrasound* sedangkan yang lain akan tersebar dengan bebas (seperti Gambar 2.15(a)) ini yang dinamakan *scattered reflection* atau pantulan tersebar. Jika suatu obyek yang besar dan halus seperti sebuah jarum yang menghalangi saraf. Seluruh gelombang *ultrasound* akan terpantul kembali seperti cermin. Ketika seluruh gelombang dipantulkan kembali pada satu arah inilah yang secara umum dinamakan *specular reflection* (Gambar 2.15(b)).



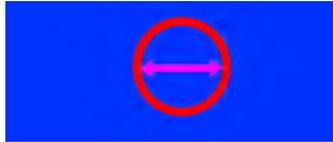
Gambar 2.15 Ilustrasi Pantulan yang Terjadi Akibat suatu Benda yang Keras atau Berbentuk Acak (a) Pantulan Benda Berbentuk Acak (b) Pantulan Benda Keras[8]

2.6.1 *USG Mode scanning*

Ketika kita melihat hal-hal dengan mata kita, ada berbagai cara di mana kita melihat. Kadang-kadang, kita mungkin memilih untuk hanya melihat lurus ke depan seperti ketika kita membaca pemberitahuan di dinding. Atau kita mungkin melihat secara horizontal saat memilah laut. Atau kita melihat area secara menyeluruh dari atas ke bawah kiri dan kanan, dengan berbagai dimensi. Ini adalah cara yang sama ketika *ultrasound probe* bekerja. Cara *ultrasound* menangkap citra dinamakan *modes*. Ada 2 macam mode:

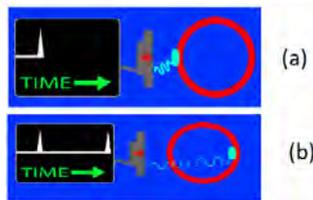
- A. A mode (*Amplitude Mode*)

Mode A adalah bentuk sederhana dari pencitraan USG dan jarang digunakan. Gelombang *ultrasound* yang keluar dari *probe* berjalan seperti jalan yang lurus. Salah satu penggunaan scan A adalah untuk mengukur panjang. Sebagai contoh, dokter mata dapat menggunakannya untuk mengukur diameter bola mata. Bayangkan bahwa lingkaran merah di bawah ini adalah bola mata dan Anda ingin mengukur diameter itu (Gambar 2.16).



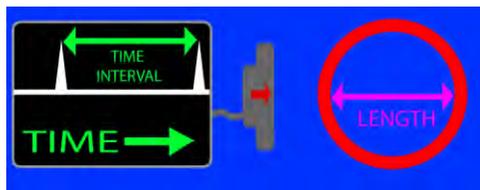
Gambar 2.16 Ilustrasi Pengukuran Bola Mata[8]

USG mesin *scanning* "A Scan" mode dapat digunakan. *Probe* ditempatkan pada salah satu ujung bola mata. Gelombang *ultrasound* dikirim dari *probe* dan pada contoh yang sama, garis dari kiri layar mulai ditarik. Baris ini bergerak secara horizontal mengukur waktu. Sebagai gelombang mencapai dinding pertama mata, beberapa USG dipantulkan kembali ke *probe*. Gelombang kembali dicatat pada baris sebagai tonjolan. Semakin kuat gelombang kembali, semakin tinggi ketinggian(Gambar 2.17(a)) tonjolan. Ketinggian tonjolan disebut Amplitudo yang merupakan singkatan dari A mode. Lalu perjalanan dari *ultrasound* dilanjutkan hingga *ultrasound* memantulkan kembali dan menghasilkan tonjolan lain (Gambar 2.17(b))



Gambar 2.17(a) pantulan pertama dihitung berdasarkan waktu (b) pantulan yang kedua diukur berdasarkan waktu[8]

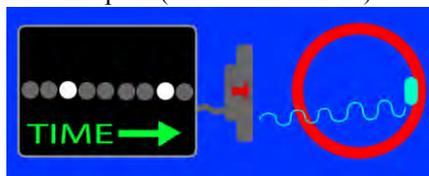
perbedaan waktu antara tonjolan pertama dengan kedua menunjukkan seberapa jauh gelombang *ultrasound* melakukan perjalanan antara dua tembok. Semakin jauh jaraknya, semakin lama perbedaan waktunya. Kecepatan *ultrasound* pada mata diketahui mencapai 1500 meter per detik. Jadi ketika kita mengetahui perbedaan waktu, kita dapat menghitung jarak antar pantulan(Gambar 2.18). Lebih khususnya *A mode scan* memposisikan *probe* dalam keadaan diam sedangkan benda yang bergerak.



Gambar 2.18 hubungan perbedaan waktu dan jarak pantulan[8]

B. B Mode Scanning

Hampir sama dengan *A scan mode*, gelombang yang ditembakkan sangat sempit. Dan seperti *A mode scan*, garis horizontal mewakili waktu sejak gelombang ditembakkan. *probe* diletakkan pada salah satu ujung bola mata. Seperti memindai dengan cara A mode scan. Sekali lagi menggunakan bola mata sebagai contoh. Seperti menggunakan A mode scan. Gelombang yang ditembakkan akan dipantulkan ketika menabrak dinding bola mata. Namun dengan menggunakan b mode scan bukan tonjolan namun intensitas pixel berwarna putih dan ketika tertabrak dinding yang kedua maka akan ada satu pixel yang berwarna putih(lihat Gambar 2.19)



Gambar 2.19 tampilan pada b scan mode ketika memantul suatu dinding[8]

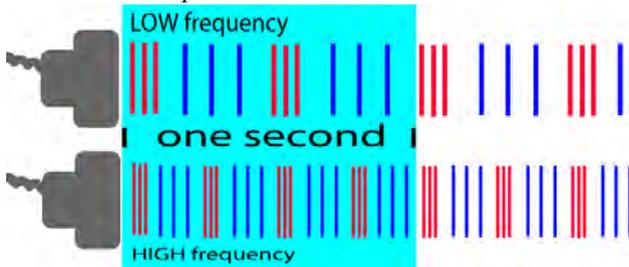
warna putih pada Gambar menunjukkan pantulan yang terjadi pada benda dikarenakan menabrak suatu dinding didalam bola mata. Seperti yang sudah dijelaskan di awal bahwa A mode dan B mode sama secara pengiriman dan penerima *ultrasound* namun hanya berbeda pada penampilan pada layar monitor

2.6.2 Parameter pada *Ultrasonography*

Beberapa parameter ini diperlukan untuk menganalisa bagian dalam dari tubuh pada pasien. Parameter ini mempengaruhi resolusi Gambar yang akan diambil oleh *ultrasound*. Diantaranya adalah: a. Frekuensi, b. Panjang Gelombang, c. Resolusi, d. Kedalaman

a. Frekuensi

Telah dibahas sebelumnya, gelombang *ultrasound* dibentuk dengan cara menggetarkan kristal *piezo elektrik*. Getaran ini menyebabkan tekanan tinggi dan tekanan rendah yang bergantian yang bergerak lurus. Frekuensi adalah angka dari tekanan tinggi atau tekanan rendah dalam 1 periode dalam 1 detik. pada Gambar 2.20, gelombang frekuensi tinggi memiliki jumlah yang lebih banyak dari siklus tinggi / daerah tekanan rendah dalam jangka waktu satu detik. Demikian pula, gelombang frekuensi rendah memiliki angka yang lebih rendah dari siklus tinggi / daerah rendah tekanan per detik .

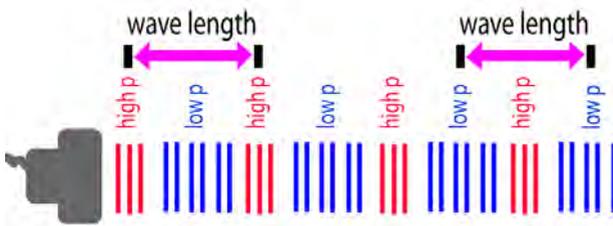


Gambar 2.20 menjelaskan frekuensi tinggi dan frekuensi rendah dalam 1 detik, garis biru menandakan low presure garis merah menandakan high presure[8]

b. Panjang gelombang

Panjang gelombang adalah jarak antara titik identik dalam siklus berdekatan bentuk gelombang. Sebagai contoh, kita dapat mengukur panjang gelombang dengan mengukur jarak antara dua titik yang

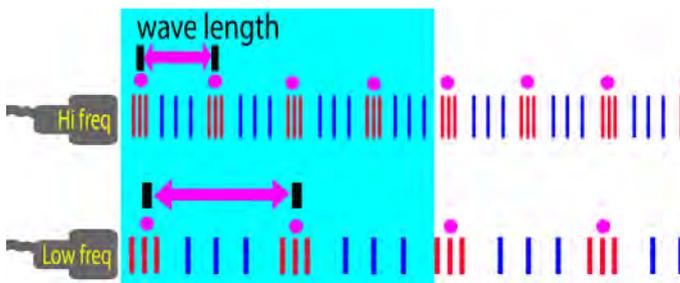
berdekatan yaitu titik-titik tekanan tertinggi dalam gelombang. Atau yang hampir sama, kita dapat mengukur jarak antara dua tekanan rendah yang berdekatan.



Gambar 2.21 panjang gelombang yang terjadi diantara 2 tekanan tinggi ataupun tekanan rendah[8]

Panjang gelombang dan frekuensi memiliki hubungan yang saling terkait. Ketika frekuensi meningkat panjang gelombang menjadi lebih pendek. Demikian pula ketika frekuensi menurun, panjang gelombang menjadi lebih panjang. Ini memiliki beberapa implikasi penting ketika Anda menggunakan *ultrasound* dalam praktek klinis

Pertama mengapa gelombang frekuensi tinggi memiliki panjang gelombang yang lebih pendek. Pada Gambar 2.21 dan 2.22 , gelombang



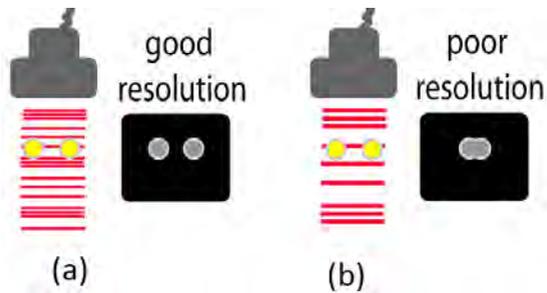
Gambar 2.22 hubungan frekuensi dan panjang gelombang[8]

atas memiliki frekuensi yang lebih tinggi. Kita akan ingat bahwa frekuensi tinggi berarti siklus yang lebih tinggi per detik (satu siklus = satu daerah tekanan tinggi diikuti oleh satu daerah tekanan rendah). Dalam contoh ini, gelombang frekuensi tinggi memiliki empat siklus per

detik (daerah tekanan tinggi ditunjukkan dengan warna ungu dot). Demikian pula, gelombang yang lebih rendah memiliki frekuensi yang lebih rendah dan karena itu memiliki siklus yang lebih pendek per detik.

c. Resolusi

Resolusi pada *ultrasonography* adalah kemampuan menangkap dua obyek sebagai dua obyek. Jika resolusi bagus, gambar yang ditampilkan akan jelas memiliki dua obyek. Jika resolusinya buruk, gambar yang ditampilkan akan terlihat samar dan dua obyek akan terlihat menjadi satu. Tujuan dari resolusi citra adalah mencari citra terbaik. Semakin tinggi resolusi semakin baik kualitas citra(Gambar 2.23).



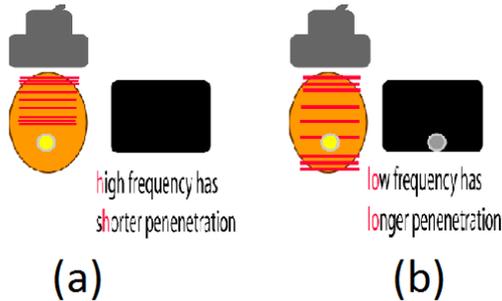
Gambar 2.23 ilustrasi pentingnya ilustrasi (a) resolusi yang menampilkan dua obyek sebagai dua obyek (b)resolusi yang lemah sehingga menampilkan dua obyek sebagai satu obyek[8]

Secara sederhana, semakin pendek panjang gelombang semakin baik resolusi.dan pada penjelasan sebelumnya, bahwa frekuensi dan panjang gelombang berhubungan satu dengan yang lain. Untuk mendapatkan panjang gelombang yang pendek maka dibutuhkan frekuensi yang tinggi.

d. *Depth*(kedalaman)

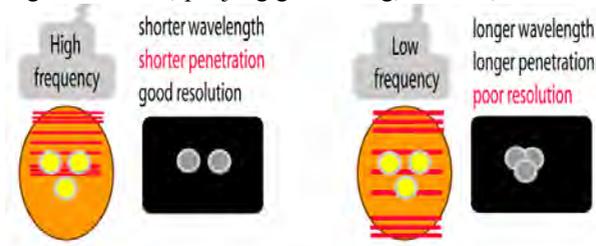
Jika *ultrasound* tidak cukup untuk menembus bagian tubuh ,maka akan ada struktur yang hilang yang ingin kita lihat. Kedalaman dari penetrasi gelombang *ultrasound* bergantung dari frekuensi yang dimiliki. *ultrasound*. Semakin tinggi frekuensi maka semakin pendek penetrasi yang dilakukan. Semakin rendah frekuensi penetrasi gelombang semakin dalam(lihat Gambar 2.24). Jadi, secara praktis , dimungkin kan untuk

menggunakan frekuensi yang rendah dikarenakan memberikan kedalaman penetrasi.



Gambar 2.24 hubungan frekuensi dengan kedalaman (a) frekuensi tinggi kedalaman pendek (b) frekuensi rendah kedalaman jauh[8]

e. Hubungan frekuensi, panjang gelombang, resolusi, dan kedalaman



Gambar 2.25 hubungan antara frekuensi , panjang gelombang , resolusi dan kedalaman[8].

Untuk mendapatkan citra yang optimal, sesungguhnya yang diatur adalah frekuensi. Dapat dilihat pada Gambar 2.25 bahwa frekuensi berpengaruh pada panjang gelombang. Karena berpengaruh pada panjang gelombang, mempengaruhi kedalaman gelombang untuk melakukan penetrasi. Dan semakin pendek panjang gelombang. Citra yang ditangkap akan semakin bagus. Jika frekuensi semakin kecil maka panjang gelombang akan semakin panjang yang mengakibatkan semakin dalam penetrasi dari *ultrasound*. Namun citra yang ditangkap akan mengalami tabrakan karena resolusi yang diterima akan semakin kecil.

BAB 3

DESAIN SISTEM DAN IMPLEMENTASI

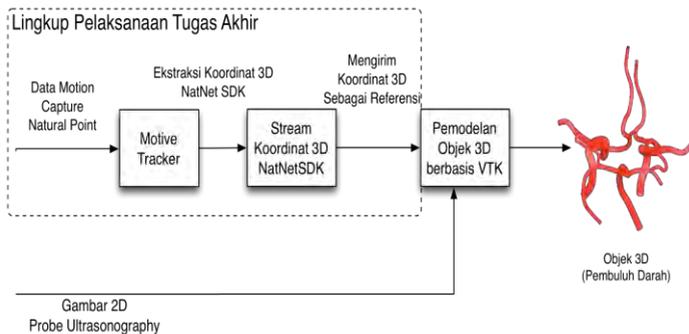
Pada bab ini, akan dibahas mengenai desain sistem dan implementasi yang dilaksanakan pada pelaksanaan tugas akhir ini. Desain sistem dari pelaksanaan tugas akhir ini akan digambarkan melalui blok-blok alur kerja, sedangkan bagian implementasi akan menjelaskan hasil dari implementasi desain sistem.

3.1 Cakupan Penelitian

Secara keseluruhan tugas akhir ini merujuk pada penelitian *Pembuatan USG 3D*. Dalam sistem penelitian tersebut, terdapat dua bagian yang salah satunya adalah implementasi tugas akhir ini. Pada tugas akhir ini pengerjaan yang penulis lakukan adalah pada desain sistem pengambilan citra *USG 2D*. Pada bagian ini mesin *USG* yang telah ada akan dibentuk aplikasi yang dapat diatur agar citra yang ditampilkan dapat ditangkap sesuai kondisi nyatanya. Selain itu pembuatan aplikasi ini terbatas pada pengaturan mesin *USG* agar dapat dioperasikan oleh operator dengan beberapa parameter didalamnya seperti :

- Frekuensi
- Depth*(kedalaman)
- Focus*
- Power*
- Gain*

Pada Gambar 3.1 dapat diamati



Gambar 3.1 Desain Sistem Rinci[12]

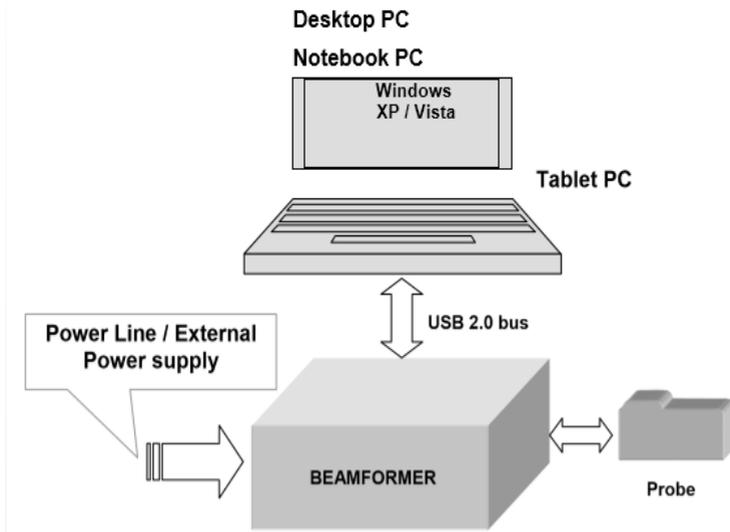
Sistem yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah bagian Gambar 2D *probe* ultrasonography.

3.2 Desain Sistem

Desain sistem yang digunakan pada pelaksanaan tugas akhir ini dibagi menjadi dua tahap yaitu:

- a. Instalasi perangkat keras
- b. Perancangan perangkat lunak

Instalasi perangkat keras ini melibatkan perangkat yang dibutuhkan untuk mengambil dan mengolah citra *ultrasound* 2D dan pemasangan mesin *USG* ke pc yang akan digunakan untuk mengolah citra. Perangkat yang digunakan untuk mengambil dan mengolah citra *ultrasound* adalah : pc ataupun notebook, USB 2.0 bus, *probe* transducer, *Beamformer* dan *power supply*. Ilustrasi model seperti Gambar 3.2



Gambar 3. 2 hubungan antar perangkat keras[7]

secara spesifik komponen pada perangkat keras yang digunakan adalah:

1. *Beamformer* type logic scan 128CEXT-1Z
2. *Power supply* Uninterruptible *power supply* system prolink
3. *Probe* transducer HL9.0/60/128Z-2

4. Laptop yang digunakan pada penelitian ini menggunakan processor dengan kemampuan 2.0 GHz dan memori 1 GB

Agar mesin dapat digunakan pada *PC* ataupun *laptop* , perlu memasang *driver* dari tipe *Beamformer* dan *transducer.Beamformer* dan *transducer* yang digunakan bertipe *Logic Scan 128* yang dapat dilihat dari nomor seri alat.

Sistem dapat bekerja dengan baik ketika seluruh komponen dipasang sesuai prosedur. Pemasangan secara prosedur ini dilakukan agar mesin yang digunakan tidak mengalami kerusakan. Seluruh prosedur pemasangan dan perawatan alat akan dibahas pada bagian prosedur dan spesifikasi.

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini menggunakan *USGFW Library*. *Library* ini dapat digunakan pada *Visual Studio 2010* dengan menggunakan bahasa *C++*. Awal proses pembuatan aplikasi, dimulai dengan membuat desain *user interface* yang akan digunakan untuk menampilkan data stream dari mesin *USG* ke *laptop* atau *PC*.

Data *stream* dari mesin *USG* dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya terkait rekonstruksi volume/objek 3D berbasis *probe ultrasonography*

3.3 Deskripsi Kerja

Dalam tugas akhir ini terdapat beberapa deskripsi terimplementasi terkait pelaksanaannya. Beberapa deskripsi tersebut diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Denah Sistem terimplementasi
2. Alur Kerja

3.3.1 Denah Sistem Terimplementasi

Telah dibahas pada bab sebelumnya terdapat komponen bernama *phantom* yang digunakan sebagai objek penelitian. *Phantom* ini berupa air pada wadah berbentuk balok.

Tujuannya adalah mengamati data *stream* yang dilakukan oleh mesin *USG* . pada Gambar 3.3 dapat diamati Gambaran posisi dari masing-masing komponen mesin *USG* terhadap *phantom*. Dapat dilihat bahwa posisi mesin dengan *phantom* dibuat jauh agar mesin tidak mengalami kerusakan akibat terkena cipratan air *phantom*..



Gambar 3.3 Posisi seluruh komponen dan *phantom*

Sedangkan untuk *probe* *USG* tidak memiliki masalah jika didekatkan dengan air namun harus dihindari apabila terdapat kabel dari *probe* yang terkelupas dekat dengan air. Bagian ujung dari *probe* harus dipastikan bersih sebelum melakukan pemindaian. Bersih dalam artian kotoran ataupun terdapat gelembung udara didalamnya dikarenakan dapat mengganggu refleksi gelombang *ultrasound* yang ditembakkan selama proses pemindaian sedang berlangsung.

3.3.2 Alur Kerja

Secara teknis, pelaksanaan tugas akhir ini terdiri dari enam tahap . Setiap tahap memiliki hasil luaran yang selanjutnya akan digunakan sebagai bahan masukan untuk tahap berikutnya. Berikut adalah tahap pelaksanaan tugas akhir ini :

1. Persiapan instrumen
Pada tahap yang pertama komponen disusun sesuai pada Gambar 3.4 untuk mengurangi terjadinya kerusakan. Pastikan seluruh komponen terpasang dengan baik dan kabel penghubung Instrumen tidak mengalami kerusakan. Hindari cairan yang bersifat asam agar kabel tidak terkelupas.
2. Cek kondisi instrumen
Pertama kali untuk dilakukan adalah memasang *driver* dari mesin *USG*. *Driver* ini tidak dapat digunakan pada sistem operasi selain *windows*. Untuk *window xp* harus yang *service pack 2* serta harus

sudah dipasang *NET Framework 3* dan untuk *vista service pack 1*. Sedangkan untuk *windows 7* dapat langsung digunakan. Untuk *windows 8* perlu memasang *Net Framework 4.5*.

3. Pembuatan *phantom*

Fungsi *phantom* ini adalah memantau hasil output dari *ultrasound*. *Phantom* dibuat dari wadah persegi dengan kabel tembaga dibuat memanjang yang berada pada tengah kabel. Kabel tembaga ini yang akan menjadi obyek pantauan *USG*.

4. Perancangan Aplikasi menggunakan *USGFW SDK Library* dengan menggunakan *Visual Studio*.

Pada tahap perancangan aplikasi digunakan *Library USGFW SDK* dan *IDE Visual Studio 2010*. Bahasa yang digunakan dalam perancangan ini adalah *Managed C++*. Aplikasi yang dihasilkan memiliki fitur untuk berkomunikasi dengan *ultrasound*, mengatur parameter *ultrasound*, dan menyimpan citra beserta parameter. Berikut diagram alur dari perancangan aplikasi



Gambar 3.4 alur pembuatan perangkat lunak *USG*

5. Streaming data dari mesin *USG*
Pada tahap ini dilakukan aktivasi fitur streaming pada aplikasi *USG*. Pada tahap ini dilakukan pengaktifan mesin *USG* untuk dapat menampilkan citra yang ditangkap oleh mesin *USG*. Fungsi ini menjalankan dan menghentikan streaming untuk diproses lebih lanjut. Pada Gambar 3.5 tidak ada obyek yang dipindai



Gambar 3.5 streaming citra kosong

6. Mengatur dan Menyimpan Citra *USG*
Setelah data *streaming* berhasil, maka tahap ini akan berlanjut ke tahap mengatur mesin *ultrasound* untuk mendapatkan citra yang lebih baik. Pengaturan ini menggunakan lima parameter antara lain : frekuensi, *gain*, *power*, fokus, dan *depth*. Fungsinya agar citra yang ditampilkan dapat dilihat sesuai keinginan. Setelah mendapatkan citra yang diinginkan maka aplikasi ini mampu untuk menyimpan citra dalam format *PNG*. Hasil simpanan ini dilanjutkan ke penelitian pembuatan citra tiga dimensi.

3.4 Tahap Persiapan

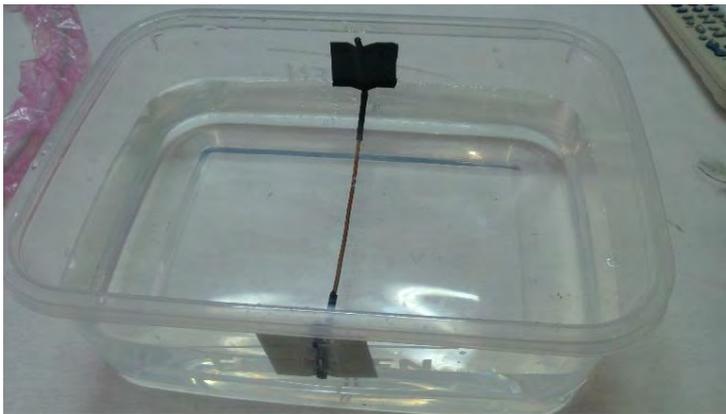
Pada subbab ini, akan dibahas secara detail mengenai persiapan yang dilakukan dalam membangun sistem *USG*. Persiapan terdiri dari:

1. Persiapan instrumen
Persiapan instrumen meliputi pemasangan *driver USG* ke *laptop* atau *pc* serta pemasangan mesin *USG* ke *laptop* atau *pc*
2. Pembuatan *phantom*
Phantom ini digunakan sebagai obyek yang berfungsi sebagai bahan penelitian. Bahan yang digunakan sebagai *phantom* akan dijelaskan

di subbab 3.5. Fungsi dari *phantom* ini adalah untuk melihat secara langsung citra yang diambil dari *Ultrasound*. Proses ini dilakukan untuk mengetahui hal yang diamati sesuai dengan kondisi aslinya.

3.5 Proses Pembuatan *Phantom*

Pembuatan *phantom* adalah hal pertama yang harus disiapkan untuk melakukan penelitian *ultrasound* ini. Bahan yang dijadikan *phantom* dalam percobaan ini adalah sebuah wadah air bening yang dipenuhi dengan air dan ditengahnya diberi kabel tembaga yang sebagian kulitnya terkelupas dan sebagian lagi tidak terkelupas. Gambar 3.6 sebagai ilustrasi. Pada bab 2 telah dijelaskan karakteristik dari *Ultrasound* dapat menembus media yang tidak ada rongga udara. Sehingga media air digunakan untuk *phantom*. Selain mudah dipantau air juga mampu meneruskan gelombang *ultrasound*. Berikut gambar dari *phantom*.



Gambar 3.6 *Phantom* yang digunakan

3.6 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dirancang pada tugas akhir ini memiliki fitur utama untuk melakukan *streaming* citra mesin *USG*. Setelah citra dari mesin *USG* berhasil di *streaming* maka citra tersebut dapat diatur lima parameternya. Ketika parameter sudah dapat diatur maka obyek yang ingin ditangkap citranya oleh *ultrasound* dapat ditangkap, tinggal menyimpan citra sehingga dapat dilanjutkan ke penelitian berikutnya. Hasil perancangan perangkat lunak pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.7.

Pada Gambar 3.7, dapat diamati pada setiap komponen yang ada pada tampilan antar muka dari perangkat lunak yang telah dirancang komponen tersebut adalah:

1. *Console log*

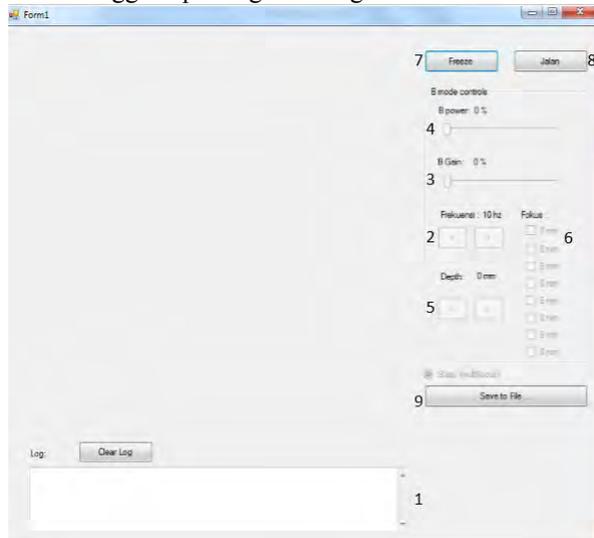
Log ini berfungsi memberitahukan komunikasi antara *PC* atau *laptop* dengan mesin *USG*. Setiap ada komunikasi yang terjadi akan muncul kalimat yang memberitahukan kondisi terakhir dari mesin. Misal ketika parameter diubah akan muncul tulisan parameter mana yang berubah

2. Tombol Frekuensi

Tombol ini mengatur frekuensi yang dikeluarkan oleh *transducer USG* berupa tombol *next* dan *previous*. Batas maksimal dan minimal frekuensi *USG* bergantung dari *transducer* yang digunakan. Untuk *transducer* pada penelitian ini yaitu *probe transducer HL9.0/60/128Z-2*, memiliki frekuensi atas setinggi 10 MHz dan frekuensi terendahnya 5MHz.

3. *Trackbar Gain*

Trackbar ini mengatur penguatan sinyal yang ditembakkan oleh *transducer*. Memiliki batas antara 10 sampai 100 persen. Berupa *trackbar* sehingga dapat di geser dengan mudah.



Gambar 3.7 Rancangan aplikasi streaming *USG*

4. *Trackbar Power*
Trackbar ini mengatur daya yang digunakan. Daya yang diatur mengatur sinyal *ultrasound* yang ditembakkan. Semakin tinggi daya semakin kuat sinyal *ultrasound*. Memiliki batas antara 10 sampai 100 persen.
5. Tombol *Depth*
Tombol ini mengatur kedalaman citra yang diambil, berupa tombol *previous* dan *next* . Dimulai dari kedalaman 20mm hingga 90mm.
6. Tombol Fokus
Tombol ini mengatur ketajaman citra yang ditampilkan pada Gambar. Ada 7 pilihan yang sudah disediakan bergantung dari mesin yang digunakan.
7. Tombol *Freeze*
Tombol ini berfungsi untuk membuat citra yang telah ditampilkan pada layar PC ataupun laptop berhenti.
8. Tombol *Run*
Tombol ini berfungsi untuk membuat citra yang telah ditampilkan pada posisi berhenti, dapat melakukan streaming kembali. Namun apabila sudah pada mode *streaming* maka tidak memberikan efek apapun pada aplikasi.
9. Tombol *Save*
Tombol ini berfungsi untuk menyimpan citra yang telah dilakukan *streaming*.

3.7 Persiapan Aplikasi

Dapat diamati pada Gambar 3.8. Saat seluruh sistem telah berhasil berkomunikasi maka indikator dari mesin akan menunjukkan perubahan. Ketika indikator mesin berwarna merah, mesin sedang melakukan pengecekan pada seluruh sistem yang terpasang apakah sudah terpasang sudah baik. Kuning atau warna oranye mesin telah tersambung dengan aplikasi yang digunakan. Tanda hijau menunjukkan mesin telah siap digunakan

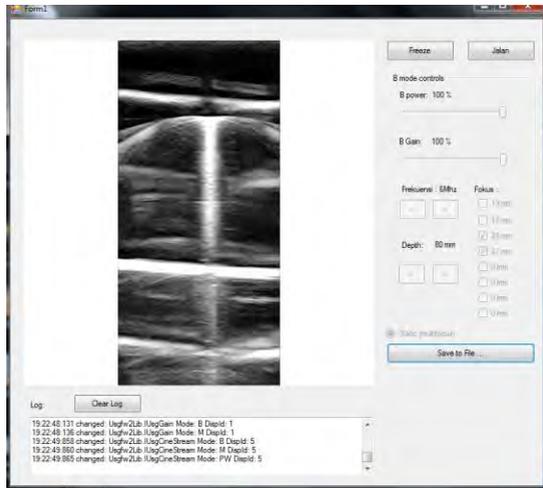


Gambar 3.8 indikator lampu pada mesin dari paling atas hijau, merah, dan kuning

Aplikasi yang telah dirancang membuat seluruh pengecekan sistem dilakukan pada awal aplikasi dijalankan. Apabila ada komponen yang belum terpasang dengan baik maka *console log* akan memberitahu komponen mana yang tidak memberikan respon. Apabila ada komponen yang belum terpasang dengan baik maka matikan aplikasi dan putuskan

sambungan mesin dengan pc atau laptop yang digunakan, beserta sambungan ke daya.

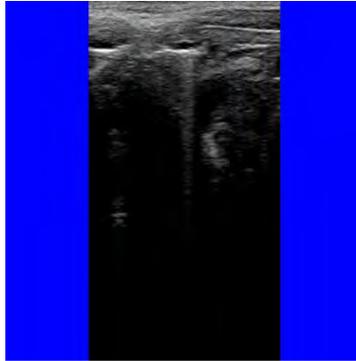
Hal ini menghindari adanya loncatan bunga api akibat komponen yang tidak terpasang dengan benar. Juga mengurangi kerusakan mesin karena adanya tegangan loncat secara tiba-tiba. Ketika aplikasi sudah terpasang dengan baik. *Console* log akan berkomunikasi dengan seluruh bagian dan data streaming akan langsung dapat muncul pada layar yang telah disediakan. Dan tombol-tombol telah dapat digunakan. Namun apabila data streaming tidak muncul dan tombol tidak aktif maka. *Probe transducer* tidak terpasang dengan benar atau *driver* Mesin *USG* belum terpasang dengan baik.



Gambar 3.9 Gambar data streaming aktif

3.8 Hasil Streaming

Seluruh komponen telah terpasang dengan baik maka data streaming akan otomatis tertampil dilayar. Hasil streaming ini adalah representasi dari gelombang yang ditangkap oleh transducer. Dapat dilihat pada Gambar 3.10 representasi dari gelombang *ultrasound* yang tertampil, merupakan posisi gelombang yang dapat dipantulkan. Representasinya berupa titik putih pada bidang hitam. Pada



Gambar 3.10 hasil data *stream* *USG* pada bagian lengan bawah

Semakin banyak gelombang yang kembali maka semakin banyak titik putih. Titik putih ini muncul berdasarkan perhitungan waktu kembalinya gelombang ketika ditembakkan. Data *stream* berupa data *realtime* sehingga perubahan posisi yang terjadi pada *transducer* akan mengakibatkan perubahan bentuk citra. Jangkauan data streaming yang tampil dapat diatur dengan mengatur *Depth*. Sehingga data streaming yang ditampilkan dapat lebih dalam. Apabila pada citra yang ditampilkan, terlihat citra yang samar maka gelombang *ultrasound* yang ditembakkan mengalami refraksi yang mengakibatkan noise pada citra.

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Bahan Pengujian

Pada bab ini, akan dibahas mengenai tiga pengujian. Dalam pembahasan pengujian konfigurasi parameter tersebut akan dibahas mengenai pengaruh perubahan nilai parameter dan kombinasi parameter dalam memberikan informasi citra. Setelah dilakukan pengujian parameter *USG*, akan didapatkan citra dengan parameter yang tepat untuk mendapatkan citra yang optimal.

Dalam pengujian ini, akan dibahas pengaruh perubahan parameter dan kombinasi nilai parameter. Hasil dari pengujian tersebut adalah rekomendasi parameter yang sesuai untuk diimplementasikan sebagai sistem pengambilan citra *2D probe* Ultrasonography.

Hasil dari kedua pengujian tersebut akan diimplementasikan pada implementasi *streaming*. Dalam implementasi tersebut, akan dilakukan pengambilan citra yang tepat untuk dilakukan penyimpanan data. Hasil dari citra tersimpan tersebut dapat diolah lebih lanjut pada bagian sistem yang lebih besar untuk pengolahan tiga dimensi yang sudah dibahas pada bab tiga.

4.2 Metode Pengujian

Metode pengujian yang dilaksanakan dalam pengujian-pengujian tersebut akan dibahas secara detail pada sub bab ini. Sesuai dengan pengujian yang telah dibahas sebelumnya, terdapat beberapa metode yang dilaksanakan dalam setiap pengujian tersebut. Metode tersebut antara lain:

1. Perekaman citra pada setiap pengujian konfigurasi parameter *USG*
2. Pengamatan citra pada objek untuk pengujian konfigurasi parameter *USG*.
3. Pengamatan dengan menyimpan citra dengan data parameter.

Dalam pengujian konfigurasi parameter *USG*, diawali dengan membangun sistem pengambilan citra *2D probe* Ultrasonography. Setelah sistem sudah siap, maka dilakukan proses pemindaian yang melibatkan proses konfigurasi parameter



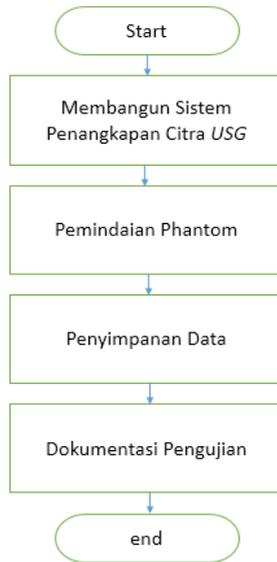
Gambar 4.1 Diagram Alir Pengujian Konfigurasi Parameter *USG*

dalam koordinat dua dimensi. Untuk menguji konfigurasi parameter *USG* maka dilakukan dokumentasi gerakan dari masing-masing konfigurasi parameter *USG*. Hasil dari dokumentasi tersebut adalah citra *ultrasound* pada setiap satuan waktu. Data yang diperoleh dianalisis sehingga dapat diperoleh rekomendasi konfigurasi parameter *USG* yang dapat diimplementasikan pada sistem ini.

Pada pelaksanaan pengujian kombinasi parameter *USG* ini, diawali dengan menentukan jenis konfigurasi parameter yang akan diuji. Setelah diketahui jenis-jenis parameter *USG* yang akan diuji, dilakukan kombinasi parameter pada setiap jenis konfigurasi tersebut.

Dalam pengujian ini, terdapat metode untuk setiap pengujian kombinasinya. Metode pertama yang dilakukan adalah pengamatan parameter *USG* dengan mengubah salah satu nilai pada parameter tersebut. Pada metode kedua dilakukan perubahan banyak parameter dalam sekali rekam.

Pada metode pertama difungsikan salah satu parameter untuk dapat menentukan parameter mana yang paling berpengaruh pada citra *ultrasound* yang ditampilkan. Hasil dari citra yang diubah parameter didokumentasikan untuk dilakukan analisis.



Gambar 4.2 Diagram Alur Pengujian Metode Penyimpanan Data Parameter *USG*

Pada metode kedua, dilakukan pengamatan dengan mengubah lebih dari satu parameter dalam waktu yang bersamaan. Parameter yang berpengaruh pada metode pertama akan dikombinasikan dengan parameter yang lain, untuk menemukan citra yang mampu menampilkan *phantom* paling optimal

Bidang *phantom* yang dipindai digerakkan searah dengan panjang kawat. Ketika bidang berada pada posisi di luar daerah tangkap, sistem akan kehilangan citra yang dijadikan obyek penelitian. Dalam hal ini kawat, dan menyebabkan data yang digunakan sebagai obyek pengamatan tidak dapat diproses lebih lanjut. Dari hasil tersebut dapat diperoleh kedalaman gelombang *probe ultrasonography*.

4.3 Pengujian Konfigurasi Parameter *USG*

Dalam pengujian ini akan diuji pengaruh konfigurasi parameter *USG* terhadap citra yang dipindai oleh *probe USG*. Seperti yang telah dibahas sebelumnya, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh masing-

masing parameter terhadap *phantom* yang digunakan. Hal ini perlu dilakukan agar gelombang *probe USG* yang akan digunakan dapat diketahui parameter yang cocok digunakan untuk mengamati obyek.

Dalam pengujian ini terdapat 5 buah konfigurasi parameter yang perlu diuji. Setiap pengujian dibedakan oleh parameter yang digunakan. Parameter pengujian antara lain:

1. Frekuensi *setting* maksimal = 5 MHz
2. *Depth setting* maksimal = 90mm
3. *Gain setting* maksimal = 100 persen
4. *Power setting* maksimal = 100 persen
5. Fokus *setting* maksimal pada jarak 3mm

4.3.1 Pengujian Konfigurasi Frekuensi *USG*

Seperti yang sudah dibahas sebelumnya, pengujian konfigurasi parameter frekuensi *USG* ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi gelombang *USG* terhadap citra *USG* dalam memindai *phantom*. Pada bagian ini akan dibahas cara mengatur frekuensi dan hasil keluaran. Yang harus dipersiapkan adalah komunikasi aplikasi dengan mesin *USG*. Setelah komunikasi terhubung, dilanjutkan pada pemberian fungsi pada desain aplikasi yang disediakan. Dalam hal ini tombol frekuensi *next* dan *previous* yang diberikan fungsi beserta label frekuensi untuk melihat frekuensi yang digunakan. Pemberian fungsi ini dibagi 2 yaitu fungsi *update* label frekuensi dan *setting previous next* frekuensi.

Untuk *update* label parameter frekuensi, *source code* yang digunakan dapat dilihat pada Kode 4.1. Dari *source code* yang ditampilkan. Awal aplikasi mengecek apakah *pointer* dari frequency ada. Ketika ada, maka aplikasi akan mengambil nilai arus yang keluar dari *pointer* tersebut. Arus ini merupakan frekuensi yang digunakan *USG*. Dibagi satu juta agar satuan menjadi *megahertz*

```
If b_frequency_ctrl = nullptr
Exit program
val = b_frequency_ctrl->Current
depth_label->Text = ((val)/1000000->current).ToString()
+"Mhz"
end if
```

Kode 4.1 *source* dari *update* label frekuensi

Sedangkan *setting previous* dan *next* hampir sama dengan label frekuensi. Perlu dicek apakah *pointer* mengeluarkan nilai. Setelah itu dilakukan proses untuk mengubah *setting* dari frekuensi tersebut. Dapat dilihat pada Kode 4.2 penjelasannya adalah untuk mengatur frekuensi pada mesin *USG*. Kita hanya perlu menentukan batas maksimal dan minimal yang ada pada parameter.

Selanjutnya menentukan posisi dari *counter* frekuensi, apakah sudah maksimal atau belum. Kalau sudah maksimal maka nilai tidak bertambah. Begitu juga ketika minimal, ketika nilai sudah mencapai minimal tidak dapat dikurangi lagi. Namun jika nilai masih diantaranya maka variabel bernama *val_cur* akan berisi nilai dari *val_idx* yang akan berubah ketika tombol *prev* dan *next* frekuensi ditekan. Untuk fungsi variable ada pada Kode 4.3.

```

For i1 = 0 to i1 < val_count step 1 do
    If val_cur = values->Item(i1) do
        Val idx=i1
    End if
End for

If val_idx >= 0 do
    val_idx += dir
    If (val_idx >= 0) AND (val_idx < values -> count)
do
        val_cur = values->Item(i1)
        If b_frequency_ctrl->Current != val_cur do
            b_frequency_ctrl->Current = val cur
        End if
    End if
End if
ReleaseUSGControl(values)

```

Kode 4.2 fungsi *setting* parameter frekuensi *USG*

Ketika salah satu tombol *frequency_prev* dan *frequency_next* ditekan maka akan memanggil fungsi *FrequencySetPrevNext* mengubah nilai *dir* yang berujung pada perubahan nilai *current* dari frekuensi dan memanggil *B_FrequencyUpdateGUI* untuk memperbarui label frekuensi.

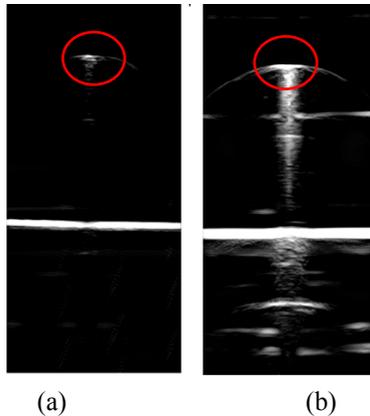
```

#tombol prev
frequency_prev_button click do
    FrequencySetPrevNext (-1)
    FrequencyUpdateGUI ()
#tombol next
frequency_next_button click do
    FrequencySetPrevNext (1)
    FrequencyUpdateGUI

```

Kode 4.3 fungsi klik tombol frequency prev dan frequency next

Hasil dari *source code* tentang frekuensi bergantung dari *probe* transducer yang digunakan. Batas maksimal dan minimal untuk masing-masing *probe* berbeda. Untuk *probe* pada penelitian ini memiliki batas dari 5 megahertz hingga 10 megahertz. Dan berikut hasil citra (Gambar 4.3) yang dapat diambil menggunakan frekuensi tertinggi dan terendah dengan parameter yang lain pada posisi maksimal.



Gambar 4.3 (a) citra *USG* yang ditangkap menggunakan frekuensi 10 MHz (b) citra *USG* yang ditangkap menggunakan frekuensi 5 Mhz

Dapat diamati bahwa frekuensi berpengaruh terhadap citra *USG* yang dihasilkan. Kawat yang diamati sebagai obyek penelitian, ditandai dengan bulatan merah. Jika dilihat, bahwa frekuensi semakin tinggi maka citra yang tertangkap semakin sedikit. Perlu diingat bahwa *phantom* berupa

wadah air yang diisi penuh oleh air dengan kawat yang ditenggelamkan. Maka warna putih selain yang dilingkari adalah *noise* dari pergolakan gelombang akibat getaran. Sedangkan garis putih pada citra merupakan bagian bawah *phantom*.

4.3.2 Pengujian Konfigurasi *Depth USG*

Pengujian konfigurasi parameter *Depth USG* ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Kedalaman gelombang *USG* terhadap citra *USG* dalam memindai *phantom*. Pada bagian ini akan dibahas cara mengatur kedalaman dan hasil keluaran dari aplikasi. Yang harus dipersiapkan adalah komunikasi aplikasi dengan mesin *USG*. Setelah komunikasi terhubung, dilanjutkan pada pemberian fungsi pada desain aplikasi yang disediakan. Dalam hal ini tombol *depth next* dan *previous* yang diberikan fungsi beserta label *depth* untuk melihat *depth* yang digunakan. Pemberian fungsi ini dibagi 2 yaitu fungsi *update* label frekuensi dan *setting previous next* frekuensi.

Untuk *update* label parameter kedalaman, *source code* yang digunakan dapat dilihat pada Kode 4.4. Dari *source code* yang ditampilkan. Awal aplikasi mengecek apakah *pointer* dari *depth* ada. Ketika ada, maka aplikasi akan mengambil nilai arus yang keluar dari *pointer* tersebut. *Current* ini merupakan kedalaman yang digunakan *USG*.

```
If depth_ctrl = nullptr
Exit program
depth label->Text = (depth_ctrl->current).ToString()
+"mm"
end if
```

Kode 4.4 pseudo code dari *update* label *depth*

Sedangkan *setting previous* dan *next* hampir sama dengan label *depth*. Perlu dicek apakah *pointer* mengeluarkan nilai. Setelah itu dilakukan proses untuk mengubah *setting* dari *depth* tersebut. Dapat dilihat pada Kode 4.5 penjelasannya adalah untuk mengatur kedalaman pada mesin *USG*. Kita hanya perlu menentukan batas maksimal dan minimal yang ada pada parameter. Selanjutnya menentukan posisi dari counter *depth*, apakah sudah maksimal atau belum. Kalau sudah maksimal

maka nilai tidak bertambah. Begitu juga ketika minimal, ketika nilai sudah mencapai minimal tidak dapat dikurangi lagi. Namun jika nilai masih diantaranya maka variabel bernama `val_cur` akan berisi nilai dari `val_idx` yang akan berubah ketika tombol `prev` dan `next depth` ditekan. Untuk fungsi variable ada pada Gambar 4.6.

```
For i1 = 0 to i1 < val_count step 1 do
  If val_cur = values->Item(i1) do
    Val idx=i1
  End if
End for

If val_idx >= 0 do
  val_idx += dir
  If (val_idx >= 0) AND (val_idx < values ->
count) do
    val_cur = values->Item(i1)
    If depth_ctrl->Current != val_cur do
      depth_ctrl->Current = val cur
    End if
  End if
End if
ReleaseUSGControl(values)
```

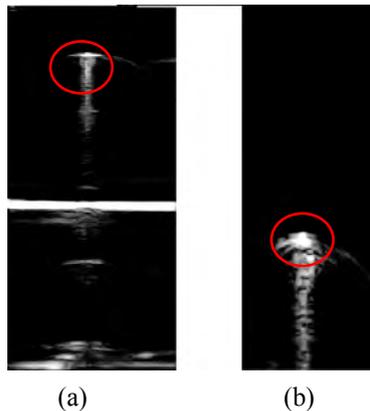
Kode 4.5 fungsi *setting parameter* kedalaman *USG*

```
#tombol prev
depth_prev_button click do
  DepthSetPrevNext(-1)
  DepthUpdateGUI()
#tombol next
depth_next_button click do
  DepthSetPrevNext(1)
  DepthUpdateGUI()
```

Kode 4.6 fungsi klik tombol *depth prev* dan *depth next*

Ketika salah satu tombol *depth_prev* dan *depth_next* ditekan maka akan memanggil fungsi *DepthSetPrevNext* mengubah nilai dir yang berujung pada perubahan nilai current kedalaman dan memanggil *DepthUpdateGUI* untuk memperbarui label kedalaman.

Hasil dari *source code* tentang *depth* bergantung dari *probe* transducer yang digunakan. Batas maksimal dan minimal untuk masing-masing *probe* berbeda. Untuk *probe* pada penelitian ini memiliki batas dari 20mm hingga 90 mm. Dan berikut hasil citra (Gambar 4.4) yang dapat diambil menggunakan kedalaman terjauh dan terdekat dengan parameter yang lain pada posisi maksimal.



Gambar 4.4 (a) citra *USG* yang ditangkap menggunakan kedalaman 90mm (b) citra *USG* yang ditangkap menggunakan kedalaman 20mm

Dapat diamati bahwa kedalaman berpengaruh terhadap batas penangkapan citra *USG* yang dihasilkan. Kawat yang diamati sebagai obyek penelitian, ditandai dengan bulatan merah. Jika dilihat, bahwa nilai kedalaman semakin tinggi maka citra yang tertangkap semakin banyak. Perlu diingat bahwa *phantom* berupa wadah air yang diisi penuh oleh air dengan kawat yang ditenggelamkan. Maka warna putih selain yang dilingkari adalah *noise* dari pergelakan gelombang akibat getaran. Sedangkan garis putih pada citra merupakan bagian bawah *phantom*. Sehingga fungsi *depth* pada aplikasi ini adalah mengatur jarak jangkauan pandang dari *ultrasound* yang digunakan. Fungsinya adalah agar pengamatan dapat dibatasi.

4.3.3 Pengujian Konfigurasi Parameter *Power USG*

Pengujian konfigurasi parameter *Power USG* ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daya yang digunakan untuk menghasilkan gelombang *USG* terhadap citra *USG* dalam memindai *phantom*. Pada bagian ini akan dibahas cara mengatur daya dan hasil keluaran dari aplikasi. Yang harus dipersiapkan adalah komunikasi aplikasi dengan mesin *USG*. Setelah komunikasi terhubung, dilanjutkan pada pemberian fungsi pada desain aplikasi yang disediakan. Dalam hal ini tombol *power next* dan *previous* yang diberikan fungsi beserta label *power* untuk melihat daya yang digunakan. Pemberian fungsi ini dibagi 2 yaitu fungsi *update label power* dan *setting previous next power*.

```
For i1 = 0 to i1 < val_count step 1 do
    If(val cur = values-> item(i1) ) do
        val_idx=i1
        end if
    end For
b_power_label->Text = val_cur.ToString() + " %"
if (b_power_trackbar->Maximum != val count) do
    b_power_trackbar->Maximum = val_count - 1
end if
if (val idx >= 0) do
    if (b_power_trackbar->Value != val_idx)do
        PostMessage(b_power_trackbar-
>Handle,TBM_SETPOS,1,val_idx)
    End if
End if
```

Kode 4.7 *source* dari *update label power*

Untuk *update* label parameter daya, *source code* yang digunakan dapat dilihat pada Kode 4.7. Dari *source code* yang ditampilkan. Awal aplikasi mengecek apakah *pointer* dari *depth* ada. Ketika ada, maka aplikasi akan mengambil nilai arus yang keluar dari *pointer* tersebut. *Current* ini merupakan daya yang digunakan *USG*.

Dapat dilihat pada Kode 4.8 penjelasannya adalah untuk mengatur daya pada mesin *USG*. Kita hanya perlu menentukan batas maksimal dan minimal yang ada pada parameter. Selanjutnya menentukan posisi dari counter *power*, apakah sudah maksimal atau belum. Kalau

sudah maksimal maka nilai tidak bertambah. Begitu juga ketika minimal, ketika nilai sudah mencapai minimal tidak dapat dikurangi lagi. Namun jika nilai masih diantaranya maka variabel bernama `val_cur` akan berisi nilai dari `val_idx` yang akan berubah ketika *trackbar power* digeser. Untuk fungsi *trackbar* ada pada Gambar 4.13

```

If b_power_control = nullptr do
Exit program
End if
If (idx >=0) AND (idx < values-> Count) do
    val_cur = values->item(idx)
    If b_power_ctrl->Current != val_cur do
        b_power_ctrl->Current = val-cur;
    End if
End if
Do ReleaseUSGControl(values)

```

Kode 4.8 fungsi *setting* parameter daya *USG*

```

b_power_trackbar ValueChanged do
B_PowerSetByIdx(b_power_trackbar->Value)
B_PowerUpdateGUI()

```

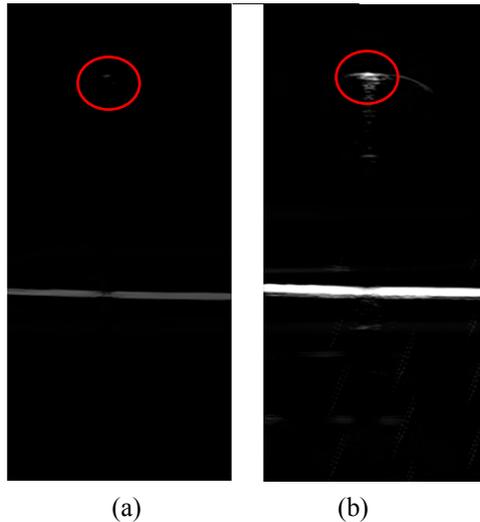
Kode 4.9 fungsi *power trackbar*

Ketika *trackbar* `b_power_trackbar` digeser maka akan memanggil fungsi `B_PowerSetByIdx` mengubah nilai dir yang berujung pada perubahan nilai *current* dari daya dan memanggil `B_PowerUpdateGUI` untuk memperbarui label *power*.

Hasil dari *source code* tentang *power* bergantung dari *probe* transducer yang digunakan. Batas maksimal dan minimal untuk masing-masing *probe* berbeda. Untuk *probe* pada penelitian ini memiliki batas dari 10% hingga 100% dari daya yang digunakan oleh mesin *USG*. Dan berikut hasil citra (Gambar 4.5) yang dapat diambil menggunakan daya tertinggi dan terendah dengan parameter yang lain pada posisi maksimal.

Dapat diamati bahwa *gain* berpengaruh terhadap kualitas citra *USG* yang ditangkap. Kawat yang diamati sebagai obyek penelitian,

ditandai dengan bulatan merah. Jika dilihat, bahwa nilai daya semakin tinggi maka citra yang tertangkap semakin kuat



Gambar 4.5 (a) citra *USG* yang ditangkap menggunakan daya 10 persen
(b) citra *USG* yang ditangkap menggunakan daya 100 persen

Kuat yang penulis maksud adalah gelombang yang kembali cukup besar sehingga representasi putih pada citra semakin banyak. Perlu diingat bahwa *phantom* berupa wadah air yang diisi penuh oleh air dengan kawat yang ditenggelamkan. Maka warna putih selain yang dilingkari adalah *noise* dari pergolakan gelombang akibat getaran. Sedangkan garis putih pada citra merupakan bagian bawah *phantom*.

4.3.4 Pengujian Konfigurasi Parameter *Gain USG*

Pengujian konfigurasi parameter *Gain USG* ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *gain* yang digunakan untuk menghasilkan gelombang *USG* terhadap citra *USG* dalam memindai *phantom*. Pada bagian ini akan dibahas cara mengatur *gain* dan hasil keluaran dari aplikasi. Yang harus dipersiapkan adalah komunikasi aplikasi dengan mesin *USG*. Setelah komunikasi terhubung, dilanjutkan pada pemberian fungsi pada desain aplikasi yang disediakan. Dalam hal ini *trackbar gain* yang diberikan fungsi beserta label *gain* untuk melihat *gain* yang

digunakan. Pemberian fungsi ini dibagi 2 yaitu fungsi *update* label *gain* dan *setting trackbar gain*.

Untuk *update* label parameter *gain*, *source code* yang digunakan dapat dilihat pada Kode 4.10. Dari *source code* yang ditampilkan. Awal aplikasi mengecek apakah *pointer* dari *depth* ada. Ketika ada, maka aplikasi akan mengambil nilai arus yang keluar dari *pointer* tersebut. *Current* ini merupakan *gain* yang digunakan *USG*.

```
For i1 = 0 to i1 < val_count step 1 do
    If (val cur = values-> item(i1) ) do
        val_idx=i1
    end if
end For
b_gain_label->Text = val_cur.ToString() + " %"
if (b_gain_trackbar->Maximum != val count) do
    b_gain_trackbar->Maximum = val_count - 1
end if
if (val idx >= 0) do
    if (b_gain trackbar->Value != val_idx)do
        PostMessage(b_gain_trackbar-
>Handle,TBM_SETPOS,1,val_idx)
    End if
End if
```

Kode 4.10 *source* dari *update* label *gain*

Untuk *gain* yang digunakan, konfigurasi besar kecilnya *gain* menggunakan *trackbar*. Hal yang pertama dilakukan adalah pengecekan apakah *pointer* mengeluarkan nilai. Setelah itu dilakukan proses untuk mengubah *setting* dari *gain* tersebut. Dapat dilihat pada Kode 4.11 penjelasannya adalah untuk mengatur daya pada mesin *USG*. Kita hanya perlu menentukan batas maksimal dan minimal yang ada pada parameter. Selanjutnya menentukan posisi dari counter *gain*, apakah sudah maksimal atau belum. Kalau sudah maksimal maka nilai tidak bertambah. Begitu juga ketika minimal, ketika nilai sudah mencapai minimal tidak dapat dikurangi lagi. Namun jika nilai masih diantaranya maka variabel bernama *val_cur* akan berisi nilai dari *val_idx* yang akan berubah ketika *trackbar gain* digeser.

Untuk fungsi *trackbar* ada pada Kode ketika *trackbar b_gain_trackbar* digeser maka akan memanggil fungsi *B_GainSetByIdx*

mengubah nilai *dir* yang berujung pada perubahan nilai *current* dari daya dan memanggil *B_GainUpdateGUI* untuk memperbarui label *gain*.

```
If b_gain_control = nullptr do
Exit program
End if
If (idx >=0) AND (idx < values-> Count)
do
    val_cur = values->item(idx)
    If b_gain_ctrl->Current != val_cur do
        b_gain_ctrl->Current = val-
cur;
    End if
End if
Do ReleaseUSGControl(values)
```

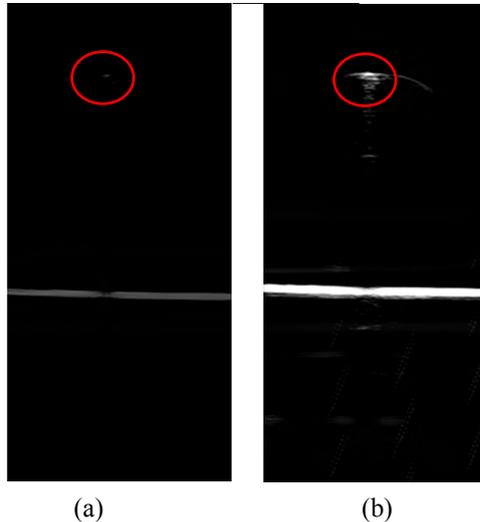
Kode 4.11 fungsi *setting* parameter *gain* *USG*

```
b_gain_trackbar ValueChanged do
B_GainSetByIdx(b_gain_trackbar->Value)
B_GainUpdateGUI()
```

Kode 4.12 fungsi *gain* *trackbar*

Hasil dari *source code* tentang *gain* bergantung dari *probe transducer* yang digunakan. Batas maksimal dan minimal untuk masing-masing *probe* berbeda. Untuk *probe* pada penelitian ini memiliki batas dari 10% hingga 100% dari *gain* yang digunakan oleh mesin *USG*. Dan berikut hasil citra yang dapat diambil menggunakan *gain* tertinggi dan terendah dengan parameter yang lain pada posisi maksimal.

Dapat diamati (Gambar 4.6) bahwa daya berpengaruh terhadap kualitas citra *USG* yang ditangkap. Kawat yang diamati sebagai obyek penelitian, ditandai dengan bulatan merah. Jika dilihat, bahwa nilai *gain* semakin tinggi maka citra yang tertangkap semakin kuat.



Gambar 4.6 (a) citra *USG* yang ditangkap menggunakan *gain* 10 persen (b) citra *USG* yang ditangkap menggunakan *gain* 100 persen

Kuat yang penulis maksud adalah gelombang yang ditembakkan semakin terlihat jelas pada obyek penelitian sehingga representasi putih pada citra semakin besar. Perlu diingat bahwa *phantom* berupa wadah air yang diisi penuh oleh air dengan kawat yang ditenggelamkan. Maka warna putih selain yang dilingkari adalah *noise* dari pergelakan gelombang akibat getaran. Sedangkan garis putih pada citra merupakan bagian bawah *phantom*.

4.3.5 Pengujian Konfigurasi Parameter Fokus *USG*

Pengujian konfigurasi parameter fokus *USG* ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fokus yang digunakan untuk mengolah citra *USG* yang ditampilkan. Pada bagian ini akan dibahas cara mengatur fokus dan hasil keluaran dari aplikasi. Yang harus dipersiapkan adalah komunikasi aplikasi dengan mesin *USG*. Setelah komunikasi terhubung, dilanjutkan pada pemberian fungsi pada desain aplikasi yang disediakan. Dalam hal ini fokus berbentuk *checkbox* yang diberikan fungsi beserta label *gain* untuk melihat *gain* yang digunakan. Pemberian fungsi ini dibagi 2 yaitu fungsi nilai label *checkbox* dan *setting* fokus menggunakan check box.

```

private: void B_FocusesUpdateGUI()
    {
        bool old_gui_update_in_progress;
        old_gui_update_in_progress =
gui_update_in_progress;
        gui_update_in_progress = true;
        B_FocusModeUpdateGUI();
        B_FocusZonesUpdateGUI();
        gui_update_in_progress =
old_gui_update_in_progress;
    }
private: void B_FocusModeSet(bool dynamic)
    {
        if (b_focus_ctrl == nullptr) return;

        bool have_dynamic_focusing_mode;
        have_dynamic_focusing_mode = false;
        if ((data_view != nullptr) &&
(b_focus_ctrl != nullptr))
            {
                values =
b_focus_ctrl->ValuesMode;
                val_count = values->Count;

                for (int i1 = 0; i1 <
val_count; i1++)
                    {
                        if ( (int)(values-
>Item(i1)) ==
(int)tagFocusMode::FOCUS_MODE_DYNAMIC)

                            have_dynamic_focusing_mode = true;
                    }
            }
    }

```

Kode 4.13 *source* dari nilai label fokus

Untuk nilai label fokus, *source code* yang digunakan dapat dilihat pada Kode 4.13. Dari *source code* yang ditampilkan. Awal aplikasi mengecek apakah *pointer* dari fokus ada. Ketika ada, maka aplikasi akan

mengambil nilai arus yang keluar dari *pointer* tersebut. *Current* ini merupakan fokus yang digunakan *USG*.

Untuk fokus yang digunakan, konfigurasi besar kecilnya fokus menggunakan *checkbox*. Hal yang pertama dilakukan adalah pengecekan apakah *pointer* mengeluarkan nilai. Setelah itu dilakukan proses untuk mengubah *setting* dari fokus tersebut. Dapat dilihat pada Kode 4.14 penjelasannya adalah untuk mengatur fokus pada mesin *USG*.Maka *citra data streaming* dari *USG* yang diolah. Selanjutnya menentukan posisi dari *checkbox* mana yang aktif, apakah sudah aktif atau belum. Apabila belum aktif maka citra tidak akan berubah. Kalau sudah maka citra pada jarak yang ditentukan oleh mesin akan terlihat lebih tajam. Untuk sebagian fungsi fokus *checkbox* ada pada Gambar 4.15. Untuk *source code* secara penuh dapat dilihat dilampiran

```
private: void B_FocusZoneSet(int idx, bool
active)
{
    if (b_focus_ctrl == nullptr) return;
    if (idx < 0) return;

    focus_mode = b_focus_ctrl->CurrentMode;
    focus_set = b_focus_ctrl-
>FocusSet[focus_mode];
    focal_zones_count = b_focus_ctrl-
>GetFocalZonesCount(focus_mode, focus_set);
    if (idx >= focal_zones_count) return;

    array<System::Int32,1>^ arr;
    arr = gnew cli::array< System::Int32
>(focal_zones_count);

    for (int i1=0; i1 < focal_zones_count;
i1++)
        arr[i1] = 0;
    b_focus_ctrl->GetFocusState( focus_mode,
focus_set, focal_zones_count, arr[0] );
```

Gambar 4.14 fungsi *setting* parameter fokus *USG*

```

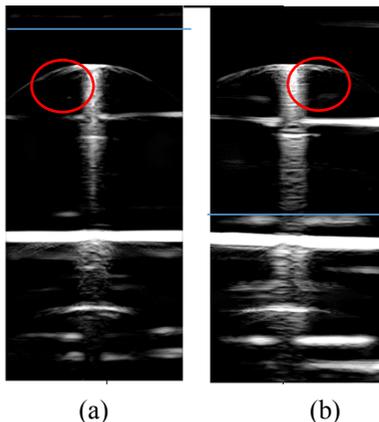
private: System::Void
focus_zone_checkbox_0_CheckedChanged(System::Object^ sender, System::EventArgs^ e)
{
if (gui_update_in_progress) return;
B_FocusZoneSet (0, focus_zone_checkbox_0-Checked);
B_FocusZonesUpdateGUI ();
}

```

Gambar 4.15 salah satu fokus *checkbox*

Penjelasan Gambar 4.21, ketika *trackbar* *focus_zone_checkbox* dipilih maka akan memanggil fungsi *B_FocusZoneSet* mengubah nilai dir dan fokus yang digunakan yang berujung pada perubahan citra *USG* dan memanggil *B_FocusZoneUpdateGUI* untuk memperbarui label fokus *checkbox*.

Hasil dari *source code* tentang *gain* bergantung dari mesin *USG* yang digunakan karena fokus berhubungan dengan pengolahan citra. Batas maksimal dan minimal untuk masing-masing *probe* berbeda. Untuk *probe* pada penelitian ini memiliki batas dari 3mm hingga 56mm dari fokus yang digunakan oleh mesin *USG*. Dan berikut hasil citra (Gambar 4.7) yang dapat diambil menggunakan Fokus tertinggi dan terendah dengan parameter yang lain pada posisi maksimal.

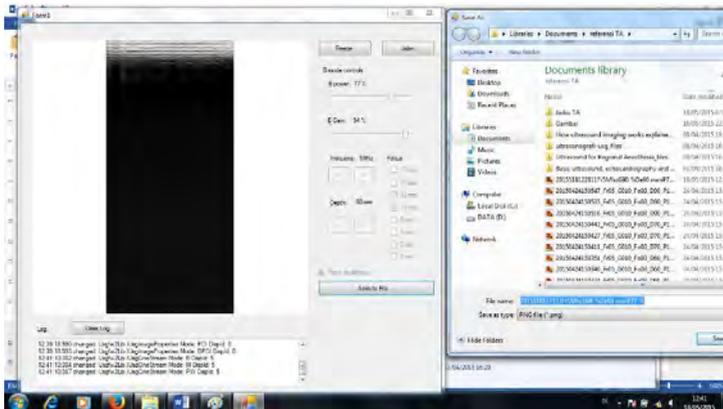


Gambar 4.7(a) citra *USG* yang ditangkap menggunakan fokus 3mm (b) citra *USG* yang ditangkap menggunakan fokus 56mm

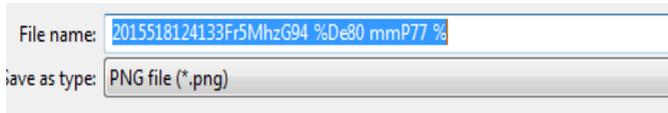
Dapat diamati bahwa fokus berpengaruh terhadap kualitas citra *USG* yang sudah diolah. Kawat yang diamati sebagai obyek penelitian, ditandai dengan bulatan merah. Jika dilihat, bahwa nilai fokus semakin tinggi maka citra yang tertangkap semakin kuat di titik tertentu. Kuat yang penulis maksud adalah citra yang ditampilkan semakin tajam untuk diamati. Perlu diingat bahwa *phantom* berupa wadah air yang diisi penuh oleh air dengan kawat yang ditenggelamkan. Maka warna putih selain yang dilingkari adalah *noise* dari pergelakan gelombang akibat getaran. Sedangkan garis putih pada citra merupakan bagian bawah *phantom*.

4.4 Pengujian Penyimpanan Data Citra *USG*

Pengujian kedua, untuk dapat membuat citra tiga dimensi diperlukan posisi koordinat beserta citra dua dimensinya. Pada penelitian yang lain, sudah dibahas mengenai penentuan koordinat *USG* dengan judul pembuatan sistem penjejak 3D pada ultrasonography *probe*[12]. Penelitian yang penulis lakukan dapat digabungkan dengan penelitian tersebut. Citra yang telah diambil Gambarnya akan berisi data parameter dan waktu pengambilan. Sedangkan penelitian sebelumnya[12] adalah koordinat *probe USG* terhadap waktu. Sehingga citra pada koordinat 3 dimensi dapat ditentukan dengan kesamaan waktu pengambilan citra dan koordinat. Pada Gambar 4.8 dan 4.9 menjelaskan penyimpanan data dari citra *USG*.



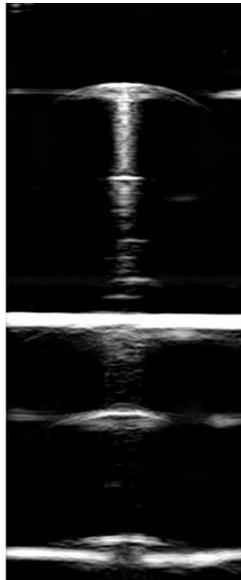
Gambar 4.8 tampilan penyimpanan citra *USG*



Gambar 4.9 tampilan nama file

4.5 Pengujian Kombinasi Parameter Ultrasonography

Pada sub bab ini akan di analisa masing-masing parameter *USG*, dalam pembentukan citra. Pada bab 3 telah dijelaskan bahwa obyek yang ditangkap adalah kawat yang ditenggelamkan didalam wadah air. Namun banyak obyek lain yang tertangkap dari *phantom*. Hal ini dapat terjadi karena air memberikan gelombang balik ke *probe USG* dengan tidak tepat. Tidak hanya gelombang dari *ultrasound* saja yang dipantulkan kembali. Namun juga getaran yang terjadi akibat efek gema dari *USG* yang mengakibatkan ada banyak sumber gelombang yang ditangkap. Hal ini menimbulkan gangguan pada citra yang ditangkap oleh *USG*. Contoh pada Gambar 4.10. gangguan yang tertangkap oleh *ultrasound* cukup banyak. Hal ini disebabkan oleh gema yang terjadi didalam bak air.



Gambar 4.10 citra *USG* yang memiliki banyak *noise*

Pada Gambar tersebut dapat terjadi karena pengaturan parameter yang dibuat maksimal. *Power* dan *gain* dimaksimalkan membuat jangkauan tangkap menjadi lebih jauh. Frekuensi dan *Depth* dimaksimalkan membuat jarak tempuh dari gelombang semakin jauh. Hasilnya adalah gelombang yang ditembakkan oleh *ultrasound* menabrak dinding-dinding dan menimbulkan gema yang membuat begitu banyak *noise* yang terjadi. Coba dibandingkan dengan Gambar 4.11.



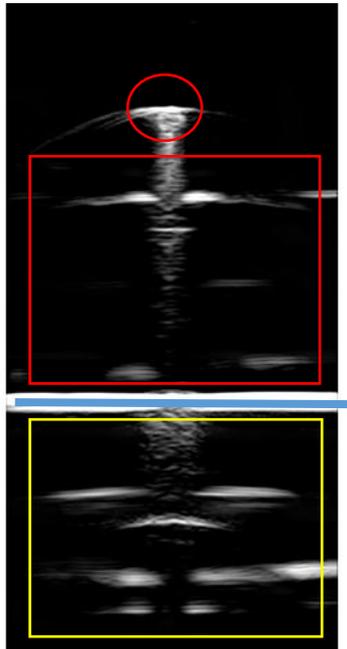
Gambar 4.11 penangkapan dengan sedikit *noise*

Pada Gambar tersebut konfigurasi dari parameter dibuat seminimal mungkin pada bidang *gain*. Dan hasilnya gangguan yang ditangkap semakin sedikit. Tidak semua parameter dibuat minim karena nantinya tidak ada citra yang tertangkap. Pada Gambar tersebut parameter di atur memiliki nilai frekuensi 5Mhz Kedalaman 90 *Power* 100 persen dan fokus

13mm. Sudah mampu untuk mendapatkan citra dari kawat. Dan garis putih merupakan bagian terbawah bak air. Berikut adalah analisa hasil pengujian kombinasi citra ultrasonography. Kombinasi yang dilakukan hanya dengan 2 parameter yang berpengaruh yaitu Frekuensi dan *Gain*. Untuk parameter lain dibuat tetap. Pengujian ini mencari citra terbaik dengan kondisi:

- a. *Phantom* tertangkap
- b. *Noise* Gambar sedikit
- c. Bagian bawah tertangkap
- d. Bagian bawah tidak tertembus

Pada Gambar 4.12 contoh dari Citra *ultrasound* dengan kondisi standart alat dengan



Gambar 4.12 parameter standar (a)lingkaran merah citra yang diinginkan (b)kotak merah *noise* (c)garis biru batas bawah (d)kota kuning tertembus melewati batas

Parameter inti antara lain:

- Frekuensi = 5MHz
- *Gain* = 100%
- Fokus = 3mm
- *Depth* = 80mm
- *Power* = 100%

Pada Gambar tersebut, yang harus dikurangi adalah *noise* dan *ultrasound* tidak perlu menembus benda diluar obyek penelitian. Berikut tabel yang menjelaskan hubungan parameter dan kondisi citra.

Dengan kondisi :

a = Ketebalan Lingkaran

b = Kondisi *Noise*

c = Kondisi ketebalan batas bawa

d = Kondisi Ketebalan menembus batas

dengan nilai

0 = tidak ada

1 = sedikit

2 = biasa

3 = banyak

Tabel 4.1 data dengan menggunakan frekuensi 5MHz dengan *gain* menurun

Frekuensi	<i>Gain</i>	<i>Power</i>	<i>Depth</i>	Fokus	a	b	c	d
5MHz	100%	100%	80 mm	3mm	3	3	3	3
5MHz	80%	100%	80 mm	3mm	3	2	3	3
5MHz	60%	100%	80 mm	3mm	2	2	2	2
5MHz	40%	100%	80 mm	3mm	1	1	2	1
5MHz	20%	100%	80 mm	3mm	1	1	1	1

Dari tabel diatas dapat dianalisa bahwa frekuensi dan *gain* berpengaruh pada gambar. Pada data yang dihasilkan menunjukkan bahwa *gain* yang semakin kecil akan berpengaruh pada *noise* dan citra yang tertangkap semakin kecil. Namun jika *gain* yang digunakan semakin sedikit maka

citra yang tertangkap juga akan semakin hilang. Hal ini harus digunakan dengan *power* yang maksimal agar citra tidak hilang

Tabel 4.2 data dengan menggunakan frekuensi 6MHz dengan *gain* menurun

Frekuensi	<i>Gain</i>	<i>Power</i>	<i>Depth</i>	Fokus	a	b	c	D
6MHz	100%	100%	80 mm	3mm	2	3	3	3
6MHz	80%	100%	80 mm	3mm	2	2	3	3
6MHz	60%	100%	80 mm	3mm	2	1	2	2
6MHz	40%	100%	80 mm	3mm	1	1	2	1
6MHz	20%	100%	80 mm	3mm	1	1	1	1

Tabel 4.3 data dengan menggunakan frekuensi 7MHz dengan *gain* menurun

Frekuensi	<i>Gain</i>	<i>Power</i>	<i>Depth</i>	Fokus	a	b	c	D
7MHz	100%	100%	80 mm	3mm	2	2	3	3
7MHz	80%	100%	80 mm	3mm	2	2	2	2
7MHz	60%	100%	80 mm	3mm	2	1	2	2
7MHz	40%	100%	80 mm	3mm	1	1	2	1
7MHz	20%	100%	80 mm	3mm	1	1	1	1

Tabel 4.4 data dengan menggunakan frekuensi 8MHz dengan *Gain* menurun

Frekuensi	<i>Gain</i>	<i>Power</i>	<i>Depth</i>	Fokus	a	b	c	D
8MHz	100%	100%	80 mm	3mm	2	1	3	2
8MHz	80%	100%	80 mm	3mm	2	1	2	2
8MHz	60%	100%	80 mm	3mm	2	1	2	2
8MHz	40%	100%	80 mm	3mm	1	0	2	1
8MHz	20%	100%	80 mm	3mm	1	0	1	0

Tabel 4.5 data dengan menggunakan frekuensi 9MHz dengan *gain* menurun

Frekuensi	<i>Gain</i>	<i>Power</i>	<i>Depth</i>	Fokus	a	b	c	d
9MHz	100%	100%	80 mm	3mm	2	0	3	1
9MHz	80%	100%	80 mm	3mm	2	0	2	1
9MHz	60%	100%	80 mm	3mm	1	0	2	1
9MHz	40%	100%	80 mm	3mm	1	0	1	1
9MHz	20%	100%	80 mm	3mm	1	0	1	0

Tabel 4.6 data dengan menggunakan frekuensi 10MHz dengan *gain* menurun

Frekuensi	<i>Gain</i>	<i>Power</i>	<i>Depth</i>	Fokus	a	b	c	d
10MHz	100%	100%	80 mm	3mm	2	0	3	1
10MHz	80%	100%	80 mm	3mm	2	0	2	1
10MHz	60%	100%	80 mm	3mm	1	0	2	1
10MHz	40%	100%	80 mm	3mm	1	0	1	0
10MHz	20%	100%	80 mm	3mm	0	0	1	0

4.6 Analisa hasil pengujian Parameter

Parameter frekuensi sangat berpengaruh satu sama yang lain ketika digunakan untuk mendeteksi suatu obyek. Dalam penelitian ini obyek yang di amati adalah *phantom* berupa air yang didalamnya terdapat batang tembaga. Untuk mendapatkan citra yang tepat perlu dilakukan konfigurasi parameter. Dalam hasil pengujian kombinasi parameter. Citra yang bagus untuk dijadikan parameter konfigurasi adalah dengan nilai: $a=1, b=0, c=1$,dan $d=0$. Pada data tabel penelitan pada subbab 4.5 didapat konfigurasi optimal pada:

1. Frekuensi = 10MHz. *Gain* = 40% *Depth* = 80mm fokus = 3mm dan *Power* 100%
2. Frekuensi = 9MHz. *Gain* = 20% *Depth* = 80mm fokus = 3mm dan *Power* 100%
3. Frekuensi = 8MHz. *Gain* = 20% *Depth* = 80mm fokus = 3mm dan *Power* 100%

Dapat disimpulkan bahwa rekomendasi untuk kombinasi konfigurasi parameter *ultrasound* untuk menangkap citra *phantom* berupa batang besi berada pada frekuensi 8-10MHz dan *Gain* diantara 20-40%. Pada mesin yang digunakan penelitian hanya mampu hingga 10MHz. Jika ada mesin yang lebih tinggi maka range yang dimiliki juga akan besar juga.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Pada tugas akhir ini, dihasilkan rekomendasi mengenai konfigurasi sistem penangkap citra *ultrasound* yang diimplementasikan pada *probe ultrasonography*. Rekomendasi tersebut akan membahas konfigurasi parameter dari ultrasonography yang tepat untuk mendeteksi suatu obyek. Dalam pelaksanaannya tugas akhir ini terdapat beberapa hasil yang akan berguna dalam keberlanjutan penelitian mengenai penggunaan USG untuk membangun objek 3D, diantaranya sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian konfigurasi parameter, didapatkan bahwa konfigurasi parameter untuk mendeteksi obyek phantom batang besi adalah frekuensi 8-10MHz dengan gain diantara 40-20%.
2. Dengan bertambahnya nilai pada setiap parameter dalam sistem penangkap, belum tentu akan menghasilkan citra yang lebih baik. Namun dengan bertambahnya nilai dari tiap parameter akan menambah citra yang ditangkap ketika streaming berlangsung.
3. Berdasarkan analisis hasil pengujian konfigurasi ultrasonography didapat bahwa untuk mendeteksi obyek diluar karakteristik manusia perlu dilakukan ujicoba pada phantom cair dan padat untuk memastikan benda temuan.

5.2 Saran

Sesuai dengan berkembangnya kebutuhan pada bidang medis mengenai visualisasi objek medis secara 3D, terdapat beberapa saran :

1. Program penangkap citra ini masih memiliki beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mendapatkan citra obyek yang lebih baik. Jika terdapat kebutuhan untuk memperoleh citra yang lebih baik, dapat digunakan parameter yang tersedia sebagai acuan untuk memperoleh tambahan parameter.
2. Perlu dilakukan eksplorasi dibagian *USGFW* agar citra dan mesin *USG* ini dapat digunakan di berbagai platform pemrograman. Hal tersebut diperlukan karena penggunaan data dari *USGFW* masih terbatas pada platform *Windows based*

3. Agar sistem besar dapat diterapkan, sistem penangkapan citra ini harus disatukan dengan penelitian pembuatan sistem penjejak 3d pada ultrasonography probe

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Radiological Society of North America (RSNA), "Ultrasound(sonography)." <http://www.radiologyinfo.org/en/pdf/genus.pdf>, Dec. 2014. [Diakses pada 5 April 2015].
- [2] Kim, Jin H., Christopher Basoglu, & Thomas C. Winter., *Maret 1997*, "Programmable Ultrasound Imaging Using Multimedia Technologies: A Next-Generation Ultrasound Machine", *IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION TECHNOLOGY IN BIO MEDICINE, VOL. 1, NO. 1,3* juni 2014
- [3] Leotta, Daniel F., Mei 2004, "An Efficient Calibration Method For Freehand 3-D Ultrasound Imaging System", *Ultrasound in Med. & Biol.*, Vol.30, No.7, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301562904001334>, 3 november 2014
- [4] R. Rohling, *3D Free Hand Ultrasound*. Churchill College, Sept. 1998.
- [5] "Patient safety - radiation dose in x-ray and CT exams." http://www.radiologyinfo.org/en/safety/?pg=sfty_xray. [Diakses pada 5 maret 2015].
- [6] P. K. E, W. M. H. F, V. A. G, v. O. P. M. A, L. Jaap, B. J. G.M, S. T. A, and V. G. J, "A framework for human spine imaging using a freehand 3d ultrasound system," *Technology and Health Care*, no. 1 , pp. 1–17, 2010
- [7] "Telemed | LS128 system." <http://www.pcultrasound.com/products/ls128/index.html>. [Diakses pada 21 Februari 2015].
- [8] "How ultrasound imaging works explained simply." http://www.howequipmentworks.com/ultrasound_basics/ [Diakses pada maret 2015]
- [9] Boedhi Darmojo R., "KECENDERUNGAN MENINGKATNYA PENYAKIT JANTUNG DI INDONESIA", *Bul. Penelit. Kesehat.* 21(4) 1993. Maret 2014
- [10] "Mari Mengenal Alat USG", <http://dickyandriansyah.web.unej.ac.id/2015/03/24/mari-mengenal-alat-usg/>, [Diakses pada maret 2015]

[11] “tranducer selection” ,<http://www.usra.ca/transducer.php>, [Diakses pada maret 2015

[12] Radianputra, Nicolaus,”Pembuatan Sistem Penjejak 3D pada Ultrasonography probe”,ITS,Surabaya,2015

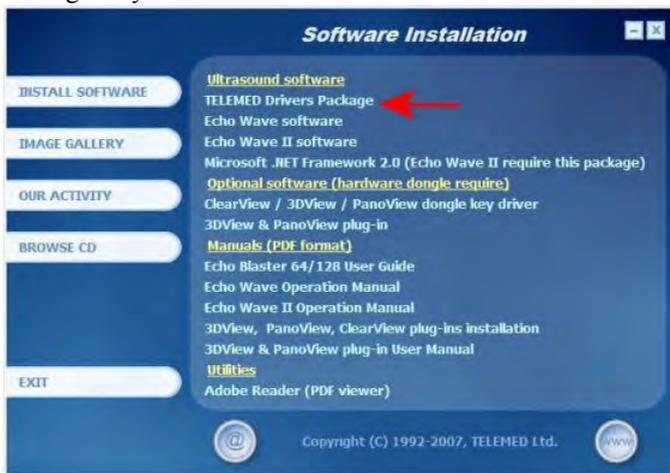
SOP PENGGUNAAN *ULTRASONOGRAPHY*

Pada bagian ini akan dibahas mengenai Standart of procedure dalam penggunaan mesin *Ultrasonography*. Dalam bagian ini akan dibahas beberapa tahap hingga mesin *ultrasonography* dapat digunakan . Tahapan SOP antara lain:

1. Persiapan menyangkut instalasi *USG* dengan *CPU* atau laptop
2. Penggunaan Mesin *USG*
3. Perawatan Mesin *USG*

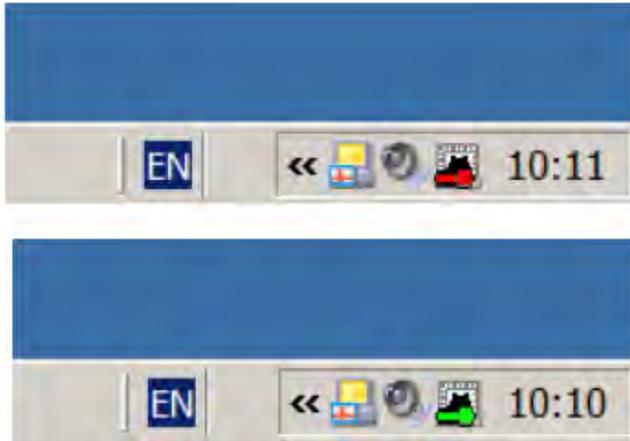
1. Persiapan

Hal yang pertama dilakukan sebelum menggunakan alat *USG* adalah menginstal *driver* dari *USG* tersebut. Untuk dicatat, bahwa sistem operasi mempengaruhi kinerja dari *driver*. Instalasi hanya dapat dilakukan pada sistem operasi *windows*. Walaupun dalam *windows*, masih ada penanganan tambahan. Untuk *window Xp* diharapkan sudah diperbarui hingga *service pack 2*. Setelah itu diharap sudah memiliki *NET framework 3* di *driver* yang diinstal. Untuk *windows vista* dan *7* tidak memerlukan instalasi tambahan. Dan Untuk *windows 8*, diperlukan instalasi tambahan *NET framework 4.5*. Setelah Kondisi terpenuhi, *driver* dapat di instal berikut langkahnya:



Gambar 1 Awal instalasi program

Ketika file driver diinstal akan muncul tampilan seperti pada Gambar 1. Pilih instal software, lalu klik pada bagian *telemed driver package* untuk memasang *driver*. Setelah Itu Ikuti prosedur hingga selesai.



Gambar 2 Kondisi Atas mesin belum terhubung, kondisi bawah mesin telah terhubung

Setelah *driver* telah terpasang maka akan muncul ikon baru dipojok kanan layar anda. Dan pastikan ketika perangkat terpasang maka Gambar 2 bagian bawah yang akan muncul. Setelah itu lakukan pemasangan perangkat berikut Langkahnya.

1. Hubungkan *Beamformer* ke *power supply*
2. Hubungkan *Tranducer* ke *Beamformer*
3. Hubungkan *USB 2.0* ke *Laptop* atau ke *Cpu*

Setelah langkah tersebut dilakukan maka akan muncul notifikasi bahwa mesin telah dipasang. Dan ikon *USG* yang awalnya merah akan menjadi hijau. Maka sampai tahap ini tahap persiapan telah selesai dilakukan

2. Penggunaan Mesin *USG*

Setelah langkah tersebut dilakukan maka aplikasi dari penelitian ini dapat dijalankan. Pastikan ketika aplikasi dijalankan. Indikator Lampu dari mesin *USG* berubah warna.



Gambar 3 Lampu indikator ketika menjalankan aplikasi

Setelah aplikasi dijalankan maka indikator akan seperti Gambar 3. Hal ini menunjukkan mesin *USG* telah aktif dan siap digunakan. Namun apabila indikator berwarna merah berarti ada komponen mesin *USG* yang belum terpasang. Sedangkan apabila indikator berwarna kuning *transducer* masih belum aktif.

3. Perawatan Mesin *USG*

Karena *USG* merupakan peralatan yang mahal dan rentan perlu ada tips-tips untuk menjaga agar mesin dan komponennya tetap awet. Bagian ini akan dibagi sesuai komponen:

a. *Beamformer*

Merupakan bagian utama dan inti dari penerjemah sinyal ultrasound. sangat rentan terhadap hubungan singkat yang disebabkan oleh air. Untuk alat ini diharapkan ketika memindahkan mesin dari tempat ber *ac* ketempat non *ac* maka tunggu beberapa saat karena mesin mengalami kondensasi didalamnya. Apabila dipaksakan mesin akan terjadi korsleting karena ada embun pada bagian dalam mesin

b. *Transducer*

Merupakan bagian yang menembak dan menangkap citra *ultrasound*. Yang jadi permasalahan adalah bentuk kepala yang

terbuat dari karet dan bagian kepala yang terbuat dari plastik membuat alat rentan terhadap guncangan dan tabrakan. Harap dihindari guncangan dan tabrakan. Karena selain merusak bagian dari *transducer*. Kristal *Piezo* juga akan mengalami kerusakan. Untuk menggunakan alat diharapkan dibersihkan dengan disinfektan yang memiliki tingkat keasaman yang rendah

c. Kabel-Kabel

Hindari kabel dari zat asam dan pengelupasan kulit. Apabila sudah terlihat terkelupas, lebih baik diganti saja. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya arus pendek yang mengakibatkan keseluruhan komponen rusak