

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI NEGERI (M)**



**PENGEMBANGAN TEKNIK ULTRASONOGRAFI UNTUK
MENINGKATKAN KUALITAS CITRA**

Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun

Ketua Peneliti

Dr. Eng. Agus Naba, M.T. NIDN: 0006087201

Anggota

DJ Djoko HS, PhD. NIDN: 0031016602

Dibiayai oleh :
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi,
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Melalui DIPA Universitas Brawijaya
Nomor : DIPA-023.04.2.414989/2013, Tanggal 5 Desember 2012, dan berdasarkan
SK Rektor Universitas Brawijaya Nomor : 295/SK/2013 tanggal 12 Juni 2013

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
AGUSTUS 2013**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengembangan Teknik Ultrasonografi Untuk Meningkatkan Kualitas Citra

Peneliti / Pelaksana : Dr. Eng. Agus Naba, S.Si., MT

Nama Lengkap : 0006087201

NIDN : Lektor Kepala

Jabatan Fungsional : Fisika

Program Studi : 08123301353

Nomor HP : anaba@ub.ac.id; agusnaba@gmail.com

Alamat surel (e-mail) :

Anggota (1) : Dionysius Joseph Djoko Herry Santjojo, PhD.

Nama Lengkap : 0031016602

NIDN : Universitas Brawijaya

Perguruan Tinggi : Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun

Tahun Pelaksanaan : Rp. 92.000.000,-

Biaya Tahun Berjalan : Rp. 259.180.000,-

Biaya Keseluruhan :

Malang, 30 Nopember 2013

Mengetahui,
Dekan FMIPA

(Prof. Marwan, M.PH.D.)

NIP. 19521116 198803 1 004

Ketua,



(Dr. Eng. Agus Naba, S.Si., MT)

NIP. 19720806 199512 1 001



Menyetujui,
Dekan LPPM LIB

(Prof. Dr. Siti Chuzaeni, MS)
NIP. 19540514 198002 2 001

PENGEMBANGAN TEKNIK ULTRASONOGRAFI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS CITRA

ABSTRAK

Penelitian ini ditujukan untuk pengembangan teknik ultrasonografi yang bisa meningkatkan kualitas citra yang dihasilkan. Citra yang jelas bisa memberikan kontribusi signifikan pada aplikasi-aplikasi dunia medis terutama membantu para *physician* atau praktisi medis untuk melakukan diagnosis secara cepat dan memberikan perlakuan medis pada pasien secara lebih efektif. Meskipun teknik CT Scan atau MRI memberikan kualitas citra yang jauh lebih baik, operasional teknik ultrasonografi lebih disukai karena *non-invasive*, murah, aman, tanpa radiasi, dan tidak menimbulkan rasa sakit. Kelemahan utama teknik ultrasonografi sejak ditemukan hingga kini adalah kualitas citra terbaik sekalipun yang dihasilkan masih tetap dalam kategori “poor image” meskipun telah dikembangkan berbagai metode dan menggunakan spesifikasi alat yang lebih modern.

Penelitian ini dilakukan secara bertahap karena tingkat kesulitannya yang tinggi. Tahap awal penelitian ini difokuskan pada pengembangan teknik *pre-processing* data ultrasonik. Pengembangan teknik *pre-processing* meliputi teknik deteksi and ekstraksi *echo* ultrasonik dan sistem akusisinya yang *insensitive* terhadap nois dan akurat serta mempunyai presisi tinggi dalam memberikan informasi *delaytime* dari *echo* dan amplitudo.

Hasil sementara penelitian tahun I ini adalah berhasil dibuatnya sistem akuisisi untuk pengambilan data ultrasonik secara *real-time*. Sistem dibangun menggunakan perangkat lunak LabVIEW dan perangkat keras PXI National Instrument dengan modul *interface* untuk akuisisi data analog dan digital *multichannel*. Gelombang ultrasonik dibangkitkan memakai signal generator eksternal, kemudian diteruskan ke transduser ultrasonik yang difungsikan sebagai transmitter. Gelombang pantul atau *echo* dari obyek diterima transduser penerima atau *receiver* untuk diolah lebih lanjut. Pengujian sistem memberikan hasil bahwa pengukuran jarak presisi tinggi berdasar *delay time* bisa dilakukan namun hanya untuk jarak pendek. Deteksi *echo* dan pengukuran amplitudo memberikan karakteristik umum obyek pemantul, namun belum bisa dipakai untuk secara akurat menentukan impedansi akustik obyek pemantul.

DEVELOPMENT OF ULTRASONOGRAPHY TECHNIQUE FOR IMAGE

QUALITY ENHANCEMENT

ABSTRACT

This research is aimed at developing an ultrasonography technique that can achieve better medical image quality. Given clear image, practitioner and physician will be greatly helped in doing their job for quick diagnose and more effective treatment of patient. Although CT Scan and MRI technology can result in much more better quality of image, however ultrasound imaging is often preferred because it is noninvasive, cheaper, much less risk, radiation-free, and painless. The main drawback of ultrasound imaging left unsolved until now is that best image obtained is still actually a poor image despite using various methods and modern devices.

This research needs to be done in several steps (multiyears scheme) due to its high level of difficulty. The first step (the first year) is to focus on development of pre-processing techniques on delay-time and amplitude of *echo* which are the most important data to collect. It includes

both detection and extraction of echo. Ultrasound data acquisition system is required to be of high frequency sampling, insensitive to noise, accurate, highly precise in providing information on delay-time and amplitude of echo.

The research have succeeded in developing an real-time ultrasound data acquisition system. The system was developed using LabVIEW and PXI National Instrument and multichannel analog-digital interface. Ultrasound signal is generated using an external generator, then applied to an ultrasound transducer functioned as a transmitter. Reflected signal or echo from object propagates back to other transducer functioned as a receiver and is ready for further processing. High frequency ultrasound transducer (2-18 MHz) should be used in this research, but postponed for the reason of limited funding and replaced with a low frequency one of 40 kHz.

The measurement of actual distance object is cancelled in this research due to unavoidable and unpredictable noise existing at every one period of wave. Further research is necessary to overcome this problem. However, the results in this first step of research are still useful to be applied for small distance measurement. Within the range one period of wave, one scale of delay time corresponds to 0,37 mm which is considered as the resolution of the developed system for distance measurement.

Information of echo amplitude can used to find the type of the object reflecting signal from the transmitter. Measurement of echo amplitude is done using 10 different objects, ranging from the softest one (i.e., sponge) until the hardest one (i.e., metal). The experiments give qualitative results where sponge and cloth reflect signal with the smallest amplitude. This means that both absorb or transmit more signal that reflect it. Other object give relatively same amplitudes, meaning that they are of the same hardness.

Generally speaking, this research concludes that the developed system can be used in small distance measurement with high precision. Detection and amplitude measurement of echo can give qualitative information about rough object characteristic.

PENGEMBANGAN TEKNIK ULTRASONOGRAFI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS CITRA

RINGKASAN

Teknologi *ultrasound imaging* (ultrasonografi) sudah diterapkan secara luas didunia medis. Negaranegara maju telah melihat pentingnya penguasaan teknologi dibidang ini demi meningkatkan pelayanan kesehatan pada masyarakatnya sehingga penelitian dan pengembangan dibidang ultrasonografi dijadikan prioritas pengembangan penelitian. Untuk kasus negara Indonesia, perangkat-perangkat diagnosa kebanyakan adalah produk impor yang mahal dengan jumlah terbatas yang berimbas pada mahalnya biaya pelayanan kesehatan. Dari sini, untuk mencapai kemandirian bangsa dalam pemenuhan perangkat diagnosis ultrasonik demi meningkatkan pelayanan kesehatan yang murah, penelitian dan pengembangan teknologi ultrasonografi dan perangkatnya perlu mendapat dukungan.

Penelitian ini ditujukan untuk pengembangan teknik ultrasonografi yang bisa meningkatkan kualitas citra yang dihasilkan. Citra yang jelas bisa memberikan kontribusi signifikan pada aplikasi-aplikasi dunia medis terutama membantu para *physician* atau praktisi medis untuk melakukan diagnosis secara cepat dan memberikan perlakuan medis pada pasien secara lebih efektif. Meskipun teknik CT Scan atau MRI memberikan kualitas citra yang jauh lebih baik, operasional teknik ultrasonografi lebih disukai karena *non-invasive*, murah, aman, tanpa radiasi, dan tidak menimbulkan rasa sakit. Kelemahan utama teknik ultrasonografi sejak ditemukan hingga kini adalah kualitas citra terbaik sekalipun yang dihasilkan masih tetap dalam kategori "poor image" meskipun telah dikembangkan berbagai metode dan menggunakan spesifikasi alat yang lebih modern.

Penelitian ini dilakukan secara bertahap karena tingkat kesulitannya yang tinggi. Tahap awal penelitian ini difokuskan pada pengembangan teknik *pre-processing* data ultrasonik.

Pengembangan teknik *pre-processing* meliputi teknik deteksi and ekstraksi *echo* ultrasonik dan sistem akuisisinya yang *insensitive* terhadap nois dan akurat serta mempunyai presisi tinggi dalam memberikan informasi *delaytime* dari *echo* dan amplitudo.

Hasil sementara penelitian tahun I ini adalah berhasil dibuatnya sistem akuisisi untuk pengambilan data ultrasonik secara *real-time*. Sistem dibangun menggunakan perangkat lunak LabVIEW dan perangkat keras PXI National Instrument dengan modul *interface* untuk akuisisi data analog dan digital *multichannel*. Gelombang ultrasonik dibangkitkan memakai signal generator eksternal, kemudian diteruskan ke transduser ultrasonik yang difungsikan sebagai transmitter. Gelombang pantul atau *echo* dari obyek diterima transduser penerima atau *receiver* untuk diolah lebih lanjut. Dalam penelitian ini sebenarnya direncanakan memakai transduser ultrasonik frekuensi tinggi (2 s/d 18MHz), namun belum terbeli, karena keterbatasan dana. Percobaan tetap dilakukan dengan memakai sepasang transduser ultrasonik frekuensi rendah, 40 kHz.

Pengujian sistem dilakukan dengan pengukuran jarak obyek yang digeser sedikit demi sedikit lalu dicatat *delay time* dari sinyal *echo*. Mula-mula obyek diposisikan pada jarak 4 cm (jarak minimum yang mampu dideteksi oleh sensor ultrasonik) lalu dicatat *delay time* sinyal *echo* yang dinyatakan dalam jumlah sampling. Satu sampling setara dengan 2 mikrosekon. Pengujian diulang dengan menggeser obyek dengan interval 0,01 cm atau 0,1 mm sampai sejauh 6 cm, lalu dicatat *delay time* sinyal *echo*. Suhu ruang saat eksperimen tercatat 27,8°C. Dari pengujian ini didapat hasil bahwa *delay time* sinyal *echo* berulang setiap terjadi pergeseran obyek sejauh sekitar 0,7 cm. Perulangan ini merupakan kelemahan metode korelasi silang dimana terjadi setiap 1 panjang gelombang (sekitar 0,7 cm). Pola hasil pengukuran sangat dimungkinkan akan berbeda untuk tiap modul sensor yang berbeda meski dengan spesifikasi yang sama.

Hal ini karena karakteristik beberapa sensor dari tipe yang sama jarang sama persis.

Pada penelitian ini, pengukuran jarak kasar dengan modul bawaan modul sensor eksternal tidak ikut di bahas. Terdapat kendala berupa nois yang muncul pada posisi kelipatan panjang gelombang. Namun demikian, hasil sementara penelitian ini bisa diterapkan untuk rentang pengukuran jarak dekat dengan presisi tinggi dimana 1 skala sumbu *delay time* setara dengan 0,37 mm yang mana merupakan resolusi pengukuran atau pergeseran terkecil yang mampu dideteksi oleh alat yang dibuat.

Untuk pengukuran amplitudo *echo*, dipilih 10 obyek pemantul dari jenis yang berbeda, mulai dari busa (paling lunak) sampai besi (paling keras). Data pengukuran menunjukkan bahwa busa dan kain memberikan amplitudo *echo* yang paling kecil. Dengan kata lain, keduanya lebih banyak menyerap gelombang ultrasonik daripada memantulkannya. Bahan-bahan lainnya memberikan amplitudo *echo* yang berbeda dengan selisih yang kecil namun tetap terbedakan.

Secara umum dapat disimpulkan bahwa pengujian sistem memberikan hasil bahwa pengukuran jarak presisi tinggi berdasar *delay time* bisa dilakukan namun hanya untuk jarak pendek. Deteksi *echo* dan pengukuran amplitudo memberikan karakteristik umum obyek pemantul, namun belum bisa dipakai untuk secara akurat menentukan impedansi akustik obyek pemantul.

DEVELOPMENT OF ULTRASONOGRAPHY TECHNIQUE FOR IMAGE QUALITY ENHANCEMENT

SUMMARY

Ultrasound Imaging has been widely used in medical applications. Developed countries provide full support for its development as part of public health service program. Despite its huge number of people population, Indonesia has not made medical ultrasound technology a priority for development. Many medical devices for diagnose are imported and expensive with limited number, making cost of health service expensive. Hence, it is necessary for our country to give a priority for development of ultrasound technology as a part of research roadmap, including its medical devices, in order to make better public health service through useful and helpful medical imaging technology for the people.

This research is aimed at developing an ultrasonography technique that can achieve better medical image quality. Given clear image, practitioner and physician will be greatly helped in doing their job for quick diagnose and more effective treatment of patient. Although CT Scan and MRI technology can result in much more better quality of image, however ultrasound imaging is often preferred because it is noninvasive, cheaper, much less risk, radiation-free, and painless. The main drawback of ultrasound imaging left unsolved until now is that best image obtained is still actually a poor image despite using various methods and modern devices.

This research needs to be done in several steps due to its high level of difficulty. The first step is to focus on development of pre-processing techniques on delay-time and amplitude of echo which are the most important data to collect. It includes both detection and extraction of echo. Ultrasound data acquisition system is required to be of high frequency sampling, insensitive to noise, accurate, highly precise in providing information on delay-time and amplitude of echo.

The first step of the research have succeeded in developing an real-time ultrasound data acquisition system. The system was developed using LabVIEW and PXI National Instrument, multichannel analogdigital interface, and NIDAQ with the frequency of 500 kHz/channel. Ultrasound signal is generated using an external generator, then applied to an ultrasound transducer functioned as a transmitter. Reflected signal or echo from object propagates back to other transducer functioned as a receiver and is ready for further processing. High frequency ultrasound transducer (2-18 MHz) should be used in this research, but postponed for the reason of limited funding and replaced with a low frequency one of 40 kHz.

Performance of the developed system is tested by doing some experimental measurements of both distance of object and its type. Object is first positioned at a certain distance (i.e., about 4 cm) and moved away gradually with the displacement interval of 0,01 cm and stopped at 6 cm. By measuring delay time of echo reflected by the object, its distance can then be found. The conversion from delay time to distance depends on the ambient temperature which is 27,8°C during experiment. The experiment results show that the delay time of echo is of a periodic property. Every 0,7 cm moved away, the delay time is about the same value. This is a drawback of using the correlation method which is unable to measure the distance larger than one period of wave (i.e., about 0,7 cm). The pattern of measurement result may be different for each transducer even with the same spec.

The measurement of actual distance object is cancelled in this research due to unavoidable and unpredictable noise existing at every one period of wave. Further research is necessary to overcome this problem. However, the results in this first step of research are still useful to be applied for small distance measurement. Within the range one period of wave, one scale of delay time corresponds to 0,37 mm which is considered as the resolution of the developed system for

distance measurement. This resolution depends heavily on the sampling frequency of NIDAQ, i.e., 500 kHz, corresponding to the sampling period of $2 \mu\text{s}$.

Information of echo amplitude can be used to find the type of the object reflecting signal from the transmitter. Measurement of echo amplitude is done using 10 different objects, ranging from the softest one (i.e., sponge) until the hardest one (i.e., metal). The experiments give qualitative results where sponge and cloth reflect signal with the smallest amplitude. This means that both absorb or transmit more signal than reflect it. Other objects give relatively same amplitudes, meaning that they are of the relatively same hardness. Generally speaking, this research concludes that the developed system can be used in small distance measurement with high precision. Detection and amplitude measurement of echo can give qualitative information about rough object characteristic.

DAFTAR PUSTAKA

- Aarts, M., H. Pries, et al. (2012). Two Sensor Array Beamforming Algorithm, Delft University of Technology. **Master**.
- Awalin, R., A. Naba, et al. (2013). Desain Sistem Pengukuran Pergeseran Objek Dengan Transduser Ultrasonik Menggunakan Metode Korelasi Silang Secara Real Time. Fisika, Universitas Brawijaya. **Bachelor**.
- Awalin, R., A. Naba, et al. (2013). DESAIN SISTEM PENGUKURAN PERGESERAN OBJEK DENGAN TRANSDUSER ULTRASONIK MENGGUNAKAN METODE KORELASI SILANG SECARA REAL TIME, Fisika-FMIPA-UB.
- Bricker, L., J. Garcia, et al. (2000). "Ultrasound screening in pregnancy: a systematic review of the clinical effectiveness, cost-effectiveness and women's views." Health Technol Assess 4(16).
- Candy, J. V. (1988). Signal Processing The Modern Approach, McGraw-Hill, Inc. USA.
- Chan, V. and A. Perlas (2011). Basic of Ultrasound Imaging, Springer Verlag.
- Cobbold, R. S. C. (2007). Foundations of Biomedical Ultrasound, Oxford University Press.
- Hammad, A., A. Hafez, et al. (2007). "A LabVIEW Based Experimental Platform for Ultrasonic Range Measurements." DSP Journal 6(2).
- Hirata, S., M. K. Kurokawa, et al. (2008). "Cross-Correlation by Single-bit Signal Processing for Ultrasonic Distance Measurement." IEICE Trans. Fundamentals E91-A(4): 10311037.
- Kazys, R., L. Mazeika, et al. (2002). "Modelling of spatial and frequency responses of the ultrasonic interferometer used for displacement measurement." ULTRAGARSAS 4(45): 29-33.
- Konkov, E. (2009). "Ultrasonic Interferometer for High-Accuracy Linear Measurements." MEASUREMENT SCIENCE REVIEW 9(6): 187-188.
- Koriyati (2009). "Pengukuran Waktu Tunda (Time Delay) pada Dua Sinyal dengan CrossCorrelation Function (CFC)." Penelitian Sains 12(1B 12102): 121021-121026.
- Naba, A., S. Bahar, et al. (2012). Ultrasonic wave- based system for measuring small displacement. Basic Science International Conference 2012. Indonesia.
- Padmanabhan, K. (2008). Microcontroller-based Ultrasonic Distance Meter. ElectronicsForYou. 40: 60-74.
- Piloni, V. L. and L. Spazzafumo (2007). "Sonography of the female pelvic floor:clinical indications and techniques." Pelviperrineology 26(2).
- Tatar, F., J. Mollinger, et al. (2003). Cross-correlation method applied to an ultrasound system for measuring position and orientation of laposcopic surgery tools. XVII IMEKO World Congress Metrology in 3rd Millenium. Dubrovnik, Croatia.
- Verma, A., P. Gupta, et al. (2011). "Enhancement of ultrasound images using fuzzy sets and comparing the results of Radon and Fourier Transforms." IJST 2(2).
- Viola, F., M. A. Ellis, et al. (2008). "Time-Domain Optimized Near-Field Estimator for Ultrasound Imaging: Initial Development and Results." IEEE Trans Med Imaging 27(1).
- Walker, A. (2009). TESTING OF DOPPLER ULTRASOUND SYSTEMS. Dept. of Bomedical Engineering. Vasteras, Sweden, Linkoping University. **PhD**.