

# Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2012

**Aula Timur, Institut Teknologi Bandung  
7-8 Juni 2012**

**ISBN : 978-602-19655-3-5**



**Program Studi Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Bandung**

### **Susunan Kepanitiaan**

Ketua Panitia : Fourier Dzar Eljabbar Latief  
Sekretaris : Maria Evita, Memoria Rosi  
Bendahara : Fatimah Arofiati Noor  
Web dan Publikasi : Novitrian, Christian Fredy Naa  
Prosiding : Miftahul Munir, Dede Enan  
Acara : Wahyu Hidayat, Nuri Trianti  
Logistik : Agus Suroso

## **Kata Pengantar**

Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2012 (SNIPS 2012) yang telah dilaksanakan pada 7-8 Juni 2012 di kota Bandung merupakan suatu kegiatan ilmiah yang terselenggara berkat dukungan dari Progam Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung. Simposium ini merupakan tempat bertukar pikiran para pelaku bidang pembelajaran sains dan matematika yang meliputi para guru, mahasiswa, dosen, dan peneliti.

Seminar ini diikuti oleh sejumlah peserta yang terdiri dari 5 orang pembicara kunci yang berasal dari Institut Teknologi Bandung (ITB), dan Universitas Pendidikan Indonesia (UPI), 40 presenter yang terbagi dalam dua kelompok presentasi paralel serta partisipan dari berbagai kalangan. Topik-topik yang disampaikan cukup beragam, di mana sebagian besar dari topik-topik tersebut merupakan hasil penelitian dan inovasi dalam bidang pengajaran dan pendidikan. Lebih dari 50 peserta dari beberapa kota di Indonesia seperti Jakarta, Bogor, Bandung, Palangkaraya dan Yogyakarta telah berpartisipasi dalam SNIPS 2012 ini.

Upaya penyuntingan Prosiding ini telah diupayakan sebaik mungkin, Kami menyadari sepenuhnya, bahwa masih terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan prosiding ini. Kritik dan saran sangat kami harapkan guna perbaikan pada penerbitan yang akan datang.

Kami selaku panitia mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan membantu terselenggaranya acara SNIPS 2012 dan terselesainya penyuntingan dan penerbitan Prosiding ini. Semoga acara SNIPS 2012 dan penerbitan Prosiding ini bermanfaat bagi kita semua. Sampai jumpa dalam SNIPS berikutnya.

Fourier Dzar Eljabbar Latief

Ketua SNIPS 2012

## Daftar Isi

### Susunan Kepanitiaan

### Kata Pengantar

### Daftar Isi

<b>[KEY-01]</b>	Mengukur Kecakapan Mematematikakan dan Menafsirkan sebagai Kecakapan Utama di Dunia Global 2.0 <i>Iwan Pranoto</i>	5
<b>[EDU-02]</b>	<i>Problem Solving</i> dalam Fisika dengan Metode Identifikasi Variabel Berdasarkan Skema : Tinjauan Terhadap Formulasi Kecepatan Relativistik <i>Risti Suryantari</i>	9
<b>[EDU-03]</b>	Pembelajaran Fisika dengan Inkuiri Terbimbing Melalui Metode Eksperimen untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa <i>M. Yasin Kholifudin</i>	13
<b>[EDU-05]</b>	Penerapan Model Pembelajaran <i>Hypno Teaching</i> untuk meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa pada Materi Cahaya (Penelitian Kuasi Eksperimen pada Kelas VIII SMP Negeri 8 Bandung) <i>Yudiansyah Akbar, Heni Rusnayanti, Ade Yeti Nuryantini</i>	17
<b>[EDU-06]</b>	Implementasi <i>Lesson Study</i> untuk Meningkatkan Aktivitas dan Berpikir Kritis Mahasiswa pada Mata Kuliah Zoologi Vertebrata <i>Agus Haryono, Shanty Savitri, Elga Araina</i>	21
<b>[EDU-08]</b>	Penerapan Teori Muatan Kognitif dalam Pembelajaran Fisika <i>Maman Wijaya</i>	25
<b>[EDU-09]</b>	Penerapan Model Pembelajaran SSCS ( <i>Search, Solve, Create and Share</i> ) pada Praktikum Konsep Larutan Penyangga. <i>Cucu Zenab Subarkah, Neneng Widayani, Fatni Rifqiyati</i>	29
<b>[INS-01]</b>	Levitasi Magnet untuk Separasi Bahan Plastik dengan Densitas yang Identik <i>Gancang Saroja, Suyatman, Nugraha</i>	33
<b>[INS-02]</b>	Aplikasi Sensor Ultrasonik untuk Pengukuran Getaran Frekuensi Rendah <i>Rahadi Wirawan, Mitra Djamal, Ambran Hartono, Edi Sanjaya, Widyaningrum Indrasari, Ramli</i>	37
<b>[INS-03]</b>	Efek <i>Giant Magnetoresistance</i> dalam <i>Spin Valve</i> FeMn/NiCoFe/Cu/NiCoFe yang Ditumbuhkan dengan Metode <i>Opposed Target Magnetron Sputtering</i> Ramli <sup>*</sup> , Yenni Darvina, Yulkifli, Ambran Hartono, Rahadi Wirawan, Widyaningrum Indrasari, Khairurrijal dan Mitra Djamal	42
<b>[INV-03]</b>	Studi Eksperimen Pembangkit Soliton Hidrodinamik Tak Merambat <i>Herfien Rediansyah, Enjang Jaenal Mustopa</i>	47

<b>[INV-04]</b>	Identitas Warna Kompleks Besi (II) dengan Ligan Amino Triazol dan Anion Nitrat dalam Film <i>nata de coco</i> <i>Ina Yulianti dan Djulia Onggo</i>	50
<b>[INV-05]</b>	Penentuan Massa Kompleks Besi(II) perklorat dengan Ligan Turunan Triazol Terkandung dalam Biopolimer Nata de coco <i>Oktavina Kartika Putri, Djulia Onggo</i>	53
<b>[INV-07]</b>	Eksperimen Pola-Pola Refleksi Sistem Cermin-Pegas-Speaker <i>Fresly Winando S, Sparisoma Viridi, Siti Nurul Khotimah, Khairurrijal</i>	57
<b>[MAT-01]</b>	Analisa Performa Mikromografi-Skyscan 1173 untuk Material dengan Kontras Densitas Rendah <i>Wa Ode Sriwayu, Freddy Haryanto, Siti Nurul Khotimah, dan Fourier D.E. Latief</i>	61
<b>[THE-01]</b>	Pemodelan Aliran Fluida dalam Pipa Lurus Vertikal Bagian dari Sifon Menggunakan Dinamika Newton <i>Nurhayati, Wahyu Hidayat, Sparisoma Viridi, Freddy Permana Zen</i>	65
<b>[COM-05]</b>	Pengembangan <i>Computer Assisted Instruction (CAI)</i> Interaktif dalam Pembelajaran Fisika <i>Herawati, Heni Safitri</i>	69
<b>[COM-06]</b>	Pemanfaatan Tutorial Online bagi Mahasiswa dalam Pembelajaran Fisika <i>Heni Safitri, Herawati</i>	73
<b>[COM-08]</b>	Studi Perilaku Interaksi pada Sistem Aerosol-Awan-Presipitasi Menggunakan Model Predator-Mangsa <i>Rita Sulistyowati, Dui Yanto Rahman, dan Moh. Rosyid Mahmudi</i>	80
<b>[COM-09]</b>	Penggunaan <i>Software Tracking</i> sebagai Media Pelengkap Pembelajaran Topik Hukum Kekekalan Momentum pada Peristiwa Tumbukan <i>Endi Suhendi, Achmad Samsudin, Setiya Utari</i>	84
<b>[COM-14]</b>	Formulasi Interaksi antara Eritrosit dan Trombosit pada Peristiwa Penyumbatan Pembuluh Kapiler pada Kasus Malaria Serebral Menggunakan Metode Dinamika Molekular <i>Luman Haris, Sparisoma Viridi, Siti Nurul Khotimah</i>	88

## Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Pengukuran Getaran Frekuensi Rendah

Rahadi Wirawan\*, Mitra Djamal, Ambran Hartono, Edi Sanjaya,  
Widyaningrum Indrasari, dan Ramli

### Abstrak

*Sensor ultrasonik memanfaatkan fenomena perambatan gelombang ultrasonik dalam pengukuran kuantitas fisika maupun kimia suatu obyek. Prinsip kerja sensor ultrasonik adalah memancarkan gelombang ultrasonik ke obyek, kemudian menangkap gema yang dipantulkan oleh obyek tersebut. Berdasarkan informasi waktu tempuh gelombang, posisi dan jarak suatu obyek dapat ditentukan. Pengukuran getaran frekuensi rendah diperlukan dalam pendeteksian berbagai getaran di alam, seperti halnya pengukuran getaran gempa, bangunan, jembatan dan lainnya. Semua pengukuran tersebut memerlukan spesifikasi daerah frekuensi rendah, yaitu di bawah 1 Hz. Telah dikembangkan sistem pengukuran getaran frekuensi rendah menggunakan modul sensor PING)))<sup>TM</sup> Ultrasonic Range Finder. Dalam hal ini, sensor ultrasonik dapat diaplikasikan untuk mengukur perubahan posisi objek yang bergetar. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa modul sensor PING)))<sup>TM</sup> Ultrasonic Range Finder dapat digunakan untuk pengukuran frekuensi dengan koefisien  $R^2 = 0.999$ . Sensor ultrasonik yang telah dikembangkan dapat diaplikasikan dalam pengukuran getaran frekuensi rendah dengan nilai maksimum kesalahan relatif sebesar 1.24%.*

*Kata-kata kunci:* gema, frekuensi rendah, vibrasi, ultrasonik sensor, PING sensor.

### Pendahuluan

Getaran merupakan fenomena pergerakan osilasi suatu obyek terhadap titik kesetimbangannya. Getaran yang diakibatkan oleh gempa, getaran pada bangunan atau jembatan merupakan beberapa contoh fenomena getaran yang dapat diamati. Untuk dapat memahami karakteristik getaran tersebut (frekuensi, amplitudo), dilakukan pengukuran menggunakan berbagai macam sensor yang telah dikembangkan. Yulkifli dkk (2011), mengembangkan sensor berbasis fluxgate untuk getaran frekuensi rendah [1]. Selain sensor berbasis fluxgate, sensor berbasis elemen koil datar dapat diaplikasikan dalam pengukuran getaran [2].

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang memanfaatkan fenomena perambatan gelombang ultrasonik dalam pengukuran kuantitas fisika maupun kimia suatu objek. Aplikasi gelombang ultrasonik atau sensor ultrasonik cukup luas seperti halnya di bidang medis, industri, uji tak merusak, dan instrumentasi [3]. Sensor ini bekerja dengan cara mentransmisikan gelombang suara berfrekuensi tinggi (di atas 20 kHz) ke suatu obyek. Gelombang pantulan (gema) dari obyek yang diterima oleh receiver mengandung berbagai informasi yang dapat ditelaah lebih lanjut. Analisa gelombang pantul tersebut dapat meliputi analisa parameter waktu tempuh gelombang dan amplitudo gelombang pantul. Informasi mengenai suhu, jarak atau posisi objek

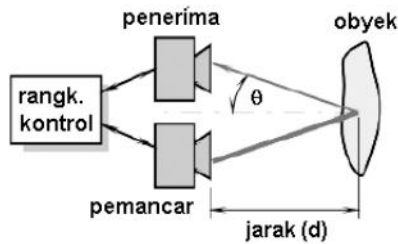
dapat ditentukan berdasarkan informasi waktu tempuh gelombang [4,5]. Disamping itu juga, sensor ultrasonik dapat diaplikasikan dalam sistem counter [6].

Sensor ultrasonik memiliki potensi untuk diaplikasikan dalam pengukuran frekuensi getaran benda. Hal tersebut dapat diwujudkan melalui implementasi sistem akuisisi data posisi obyek getar yang bersifat periodik. Dalam paper ini, dipaparkan metode pengukuran getaran frekuensi rendah (frekuensi kurang dari 1 Hz), model matematis yang digunakan, dan hasil pengukuran frekuensi getaran.

### Teori

Ultrasonik merupakan gelombang suara dengan frekuensi di atas 20 kHz. Dalam sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik ditransmisikan dari sumber, kemudian gelombang pantulan dari suatu obyek dideteksi melalui penerima (*receiver*).

Jarak obyek ( $d$ ) terhadap sensor ultrasonik ditentukan berdasarkan besarnya kecepatan perambatan gelombang ultrasonik ( $v$ ) dan sudut yang dibentuk antara obyek dengan penerima gelombang pantulan ( $\theta$ ) seperti tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengukuran jarak dengan sensor ultrasonik [7].

$$d = \frac{vt \cos \theta}{2} \quad (1)$$

dengan  $t$  adalah waktu tempuh gelombang ultrasonik dari pemancar ke obyek dan kembali ke penerima gelombang. Jika jarak antara penerima dan pemancar gelombang ultrasonik cukup dekat dibandingkan dengan jarak obyek maka  $\cos \theta \approx 1$  [7].

Untuk mengamati adanya spektrum frekuensi yang terkandung dalam data runtun waktu, dilakukan analisis spektrum. Analisis spektrum didasarkan pada transformasi data dari domain waktu ke domain frekuensi. Salah satu analisis yang banyak digunakan adalah transformasi Fourier atau lebih dikenal sebagai *Discrete Fourier Transformation* (DFT). Formula DFT untuk vektor data  $y = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_N]$  dituliskan dalam persamaan berikut:

$$Y_{k+1} = \sum_{j=0}^{N-1} y_{j+1} \exp(-i2\pi jk / N) \quad (2)$$

dimana  $j, k = 0, 1, \dots, (N-1)$  dan data  $y$  terekam dalam rentang waktu yang sama ( $\tau$ ). Hasil transformasi  $Y_k$  memiliki frekuensi

$$f_k = k/\tau N \quad (3)$$

dengan  $k = 0, 1, 2, \dots, (N-1)$  [8].

FFT (*Fast Fourier Transform*) merupakan metode numerik yang lebih efisien untuk menghitung DFT dari suatu deret waktu tertentu. FFT mengeksploitasi sifat periodisitas dari fungsi  $\exp(i2\pi k)$  dengan  $k$  integer. Hal tersebut dilakukan melalui multiplikasi matriks yang terbentuk dari persamaan (2)

$$X_k = \sum_{j=0}^{N-1} x_j W_N^{jk} \quad (4)$$

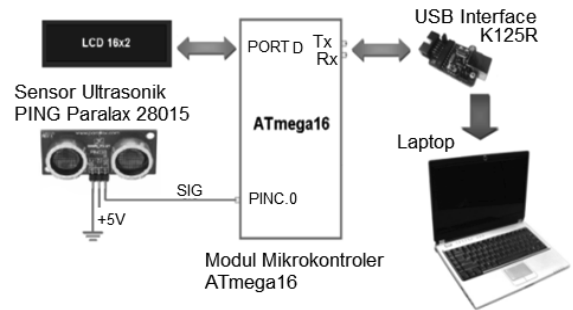
dengan besaran kompleks  $W_N = e^{i2\pi/N}$  merupakan konstanta untuk nilai tertentu dari  $N$  [9].

### Metode

Untuk menentukan frekuensi suatu sumber getar, dilakukan akuisisi data perubahan posisi obyek getar dalam rentang waktu sampling

tertentu. Pada Gambar 2. diilustrasikan skema rangkaian alat dalam pengukuran getaran obyek/benda.

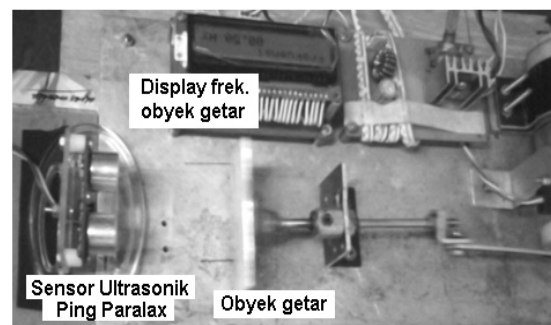
Perubahan posisi obyek getar diamati berdasarkan jarak obyek terhadap sensor ultrasonik seperti terlihat dalam Gambar 3. Dalam hal ini, digunakan sensor PING)))™ *Ultrasonic Distance Sensor* yang merupakan sensor untuk pengukuran jarak non-kontak dengan range 2-300 cm [10].



Gambar 2. Skema rangkaian peralatan pengukuran getaran.

Transmitter sensor memancarkan gelombang ultrasonik (40kHz) yang kemudian dipantulkan oleh obyek sampai akhirnya diterima oleh receiver sensor. Waktu tempuh gelombang ultrasonik ditentukan berdasarkan konversi jumlah cacahan pulsa terhadap frekuensi kristal mikrokontroler (11.059200MHz). Berdasarkan waktu tempuh tersebut, jarak obyek ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Jarak(cm)} = \left( \frac{\sum \text{cacahan}}{11.059200\text{MHz}} \right) * 0.03495 / 2 \quad (5)$$



Gambar 3. Setting peralatan dalam pengukuran perubahan posisi obyek getar.

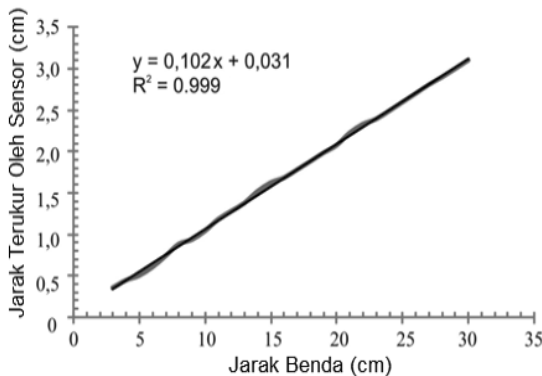
Proses pemancaran sinyal ultrasonik oleh sensor dikendalikan melalui sistem mikrokontroler Atmega16 yang dihubungkan dengan perangkat serial interface USB AVR K-125R untuk proses akuisisi data melalui PC/laptop. Program akuisisi data perubahan

jarak obyek getar dibuat menggunakan program aplikasi Visual basic.

Analisis data perubahan posisi dalam suatu rentang waktu tertentu (domain waktu) dikonversikan ke dalam domain frekuensi menggunakan *fast fourier transform* (FFT). Analisa FFT menggunakan program aplikasi Microcal Origin 6.0

**Hasil dan diskusi**

Telah dilakukan pengukuran getaran frekuensi rendah 1 dimensi dengan sensor ultrasonik (PING)) untuk frekuensi 0,2Hz-1Hz. Kalibrasi sensor ultrasonik dilakukan dengan mengukur jarak benda terhadap sensor, dan hasilnya diperlihatkan melalui grafik pada Gambar 4. berikut.



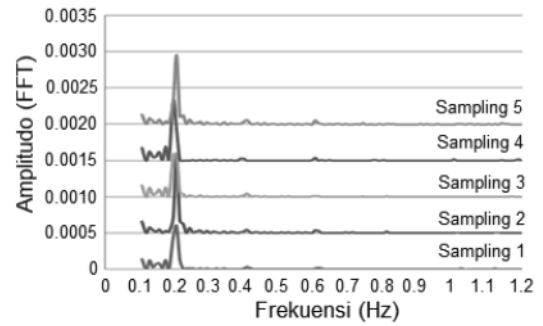
Gambar 4. Grafik hasil kalibrasi sensor ultrasonik PING

Garfik yang diperoleh menunjukkan bahwa jarak benda dengan jarak yang terukur oleh sensor memiliki hubungan linier. Proses inversi dilakukan terhadap persamaan garis yang dihasilkan dalam Gambar 4. dan diperoleh persamaan inversi

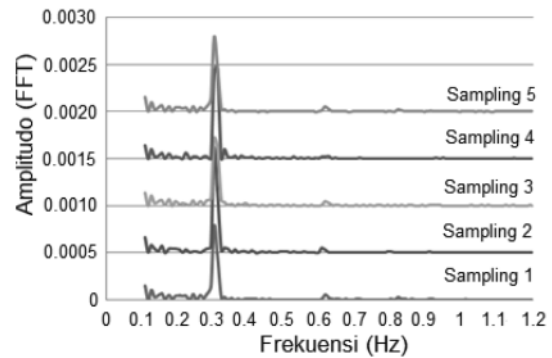
$$y = \frac{x - 0,031}{0,102} \quad (6)$$

Persamaan (6) kemudian diimplementasikan dalam bentuk program instruksi ke dalam mikrokontroler Atmega16 untuk pengukuran jarak benda terhadap sensor.

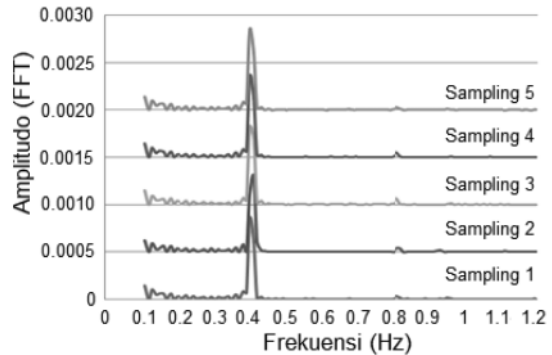
Hasil pengukuran perubahan posisi obyek getar terhadap sensor untuk rentang waktu sampling data 200 ms dianalisa menggunakan FFT. Hasil analisis FFT untuk masing-masing frekuensi getar ditampilkan pada Gambar 5.



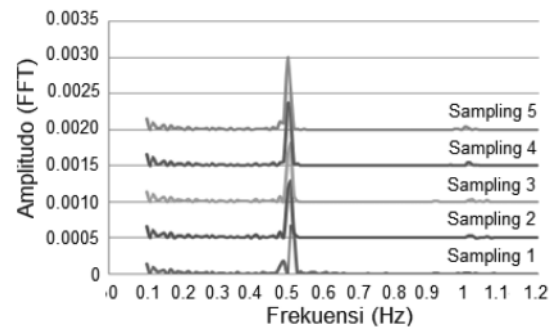
(a)  $f = 0.2$  Hz



(b)  $f = 0.3$  Hz

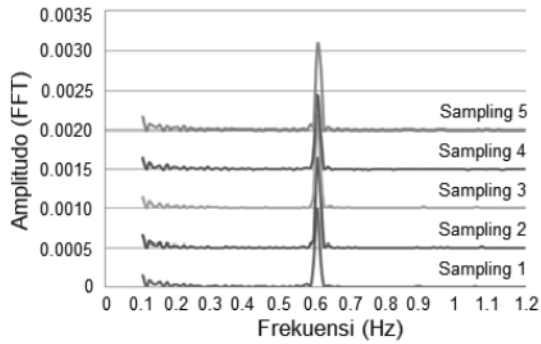


(c)  $f = 0.4$  Hz

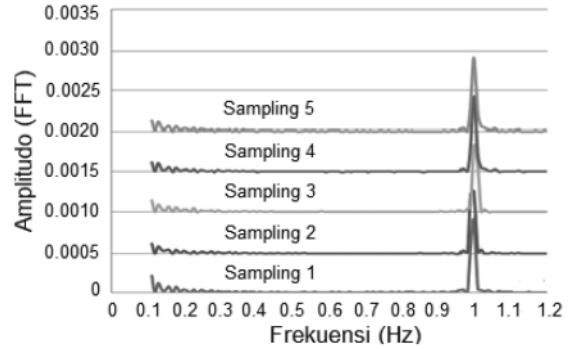


(d)  $f = 0.5$  Hz

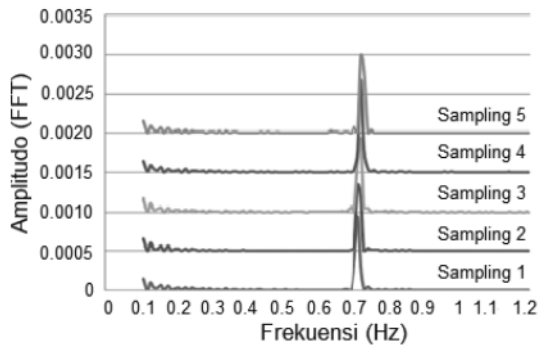




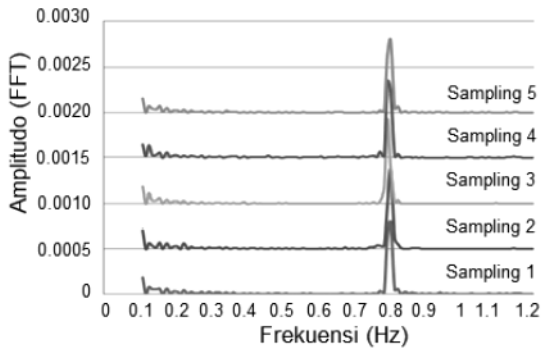
(e)  $f = 0.6$  Hz



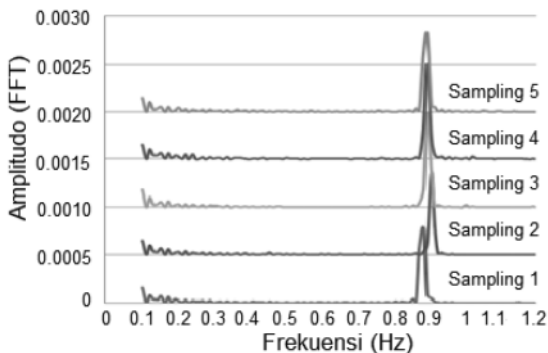
(i)  $f = 1$  Hz



(f)  $f = 0.71$  Hz

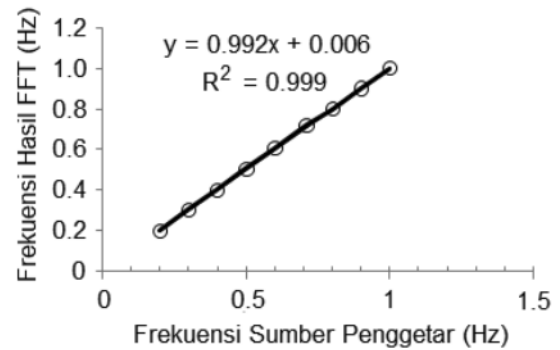


(g)  $f = 0.8$  Hz



(h)  $f = 0.9$  Hz

Gambar 5. Cuplikan grafik hasil analisis FFT untuk getaran dengan frekuensi sumber 0.2Hz-1Hz.



Gambar 6. Hubungan frekuensi hasil pengukuran dengan frekuensi sumber getaran.

Gradien kemiringan garis sebesar 0.992 yang diperoleh dalam Gambar 6 mengindikasikan bahwa nilai frekuensi terukur mendekati nilai frekuensi sumber. Pada Tabel 1 ditunjukkan bahwa deviasi nilai antara frekuensi sumber getaran dan frekuensi hasil analisis FFT kurang dari 1% dengan besarnya kesalahan relatif maksimum pengukuran 1.24%.

Tabel 1. Hasil analisa FFT untuk frekuensi getaran

Frekuensi sumber (Hz)	Frekuensi hasil analisa FFT (Hz)	Kesalahan relatif pengukuran
0.2	$0.2022 \pm 0.0044$	0.0107
0.3	$0.3036 \pm 0.0020$	0.0117
0.4	$0.4022 \pm 0.0040$	0.0054
0.5	$0.5041 \pm 0.0051$	0.0081
0.6	$0.6056 \pm 0.0001$	0.0092
0.71	$0.7189 \pm 0.0054$	0.0124
0.8	$0.7972 \pm 0.0049$	0.0035
0.9	$0.8987 \pm 0.0067$	0.0067
1	$0.9962 \pm 0.0001$	0.0038

## Kesimpulan

Telah dikembangkan aplikasi sensor ultrasonik PING Parallax sebagai sensor getaran frekuensi rendah 0,2Hz-1Hz. Sensor tersebut mampu mendeteksi getaran sumber dengan kesalahan relatif maksimum pengukuran sekitar 1.24%.

## Referensi

- [1] Yulkifli, Hufri, Mitra Djamal, R. N. Setiadi, "Desain Sensor Getaran Frekuensi Rendah Berbasis Fluxgate", Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi, Vol 3, No 2 (2011).
- [2] Djamal, M., Ramli, Satira, S., Suprijadi, "Development of a low cost vibration sensor based on flat coil element", International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, Vol 5, Issue 3 (2011).
- [3] Charlessworth J.P, & Temple JAG, Engineering Applications of Ultrasonic Time-of-flight Diffraction, John Wiley & Sons Inc., New York (1979).
- [4] M. Djamal, Suryono, Ramli, "Ultrasonic Sensor and Its Application to Temperature Measurement", ICPAP, Bandung (2011).
- [5] K.Prawiroredjo, N. Asteria, "Detektor Jarak dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler", JETri, Vol.7 No. 2, ISSN 1412-0372, hal. 41-52 (2008).
- [6] Nasron, "Aplikasi Counter dengan Mikrokontroller Untuk Menghitung Penonton di Pintu Masuk Stadion dengan Sensor Ping dan Led", Teknik Vol. XXXII No. 1, ISSN 0854-3143, hal. 37-41 (2011).
- [7] J. Fraden, Handbook of Modern Sensors Physics, Design and Applications 3<sup>rd</sup>, Springer-Verlag Inc, 2004, pp.286-289.
- [8] Suarga, Fisika Komputasi Solusi Problema Fisika dengan MATLAB, Penerbit ANDI Yogyakarta, hal. 129-130 (2007).
- [9] K. V. Rangarao, R. K. Mallik, Digital Signal Processing A Practitioner's Approach, John Wiley & Sons, Ltd., pp. 79-88 (2005)
- [10] Technical Note, PING)))™ Ultrasonic Distance Sensor (#28015), Parallax Inc, [www.parallax.com](http://www.parallax.com), (2008), diunduh tanggal 18 Mei 2012:22.35.

## Rahadi Wirawan\*

Program Studi Fisika, FMIPA ,Universitas Mataram  
Jl. Majapahit 62, Mataram 83125, Indonesia  
[rahadi.wirawan@students.itb.ac.id](mailto:rahadi.wirawan@students.itb.ac.id)

## Mitra Djamal

Fisika Teoritik Energi Tinggi dan Instrumentasi  
Jurusan Fisika, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesa 10 Bandung 40116, Indonesia  
[mitra@fi.itb.ac.id](mailto:mitra@fi.itb.ac.id)

## Ambran Hartono

Program Studi Fisika, FST UIN Syarif Hidayatullah  
Jakarta  
Jl. Ir. Juanda 95 Ciputat, Indonesia  
[ambranhartono@yahoo.com](mailto:ambranhartono@yahoo.com)

## Edi Sanjaya

Program Studi Fisika, FST UIN Syarif Hidayatullah  
Jakarta  
Jl. Ir. Juanda 95 Ciputat, Indonesia  
[sanjaya.rbe@yahoo.com](mailto:sanjaya.rbe@yahoo.com)

## Widyaningrum Indrasari

Jurusan Fisika, Universitas Negeri Jakarta  
Jl. Pemuda 10, Jakarta 13220, Indonesia  
[widyaunj@gmail.com](mailto:widyaunj@gmail.com)

## Ramli

Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang  
Jl. Prof. Hamka Air Tawar Padang 25131, Indonesia  
[ramlisutan@ymail.com](mailto:ramlisutan@ymail.com)

\*Corresponding author