

Menghitung Frekuensi Gelombang Permukaan dengan Menggunakan Simulator Sederhana Pembangkit Gelombang

Iful Amri ^{1,a)}, Rida Nurul Shelni R. ^{2,b)}, dan Hendro, M.S. ^{1,c)}

¹Laboratorium Elektronika,
Kelompok Keilmuan Fisika Teoretik Energi Tinggi dan Instrumentasi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Laboratorium Magnetik dan Fotonik,
Kelompok Keilmuan Fisika Magnetik dan Fotonik,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)} ifulamri21@gmail.com (corresponding author)

^{b)} rida.elsc@gmail.com

^{c)} hendro@fi.itb.ac.id

Abstrak

Telah dibuat alat untuk mengukur frekuensi gelombang permukaan dengan menggunakan simulator sederhana pembangkit gelombang. Komponen utama yang digunakan pada sistem ini adalah dua sensor detektor yang berfungsi untuk mendeteksi puncak gelombang, sebuah box berukuran 30x30x10 cm³ untuk menampung air, sebuah kawat L yang dipasang pada sebuah motor servo yang digunakan sebagai sumber pembangkit gelombang, rangkaian pembagi tegangan, dan an Atmega328p untuk mengontrol seluruh proses pada sistem. Prinsip utama yang diterapkan pada sistem ini adalah dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan sehingga output yang dihasilkan adalah berupa sinyal analog. Keluaran data analog ini akan dikirimkan ke komputer melalui komunikasi serial menggunakan USB TTL. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sistem yang dibangun telah berhasil mengukur frekuensi gelombang permukaan air dengan faktor koreksi 1.7.

Kata-kata kunci: Gelombang permukaan, Frekuensi, Simulator pembangkit gelombang

PENDAHULUAN

Gelombang adalah getaran yang merambat. Sebagai contoh ketika benda dijatuhkan ke dalam air tenang, benda dapat dikatakan sebagai pengganggu sehingga membuat permukaan air bergejolak. Riak-riak yang dihasilkan itulah yang disebut gelombang. Gelombang yang timbul akan menjauhi titik gangguan yang diberikan. Itulah yang disebut dengan gelombang air. Gelombang permukaan air merupakan gelombang transversal yang merambat pada medium air. Gelombang air tersebut bergerak membentuk bola dengan titik pusat berada pada titik dimana gangguan diberikan. Ketika gelombang tersebut tiba di dinding wadah, gelombang tersebut akan dipantulkan oleh dinding. Sebagian energi yang dibawa gelombang dipantulkan oleh dinding sehingga terlihat ada gelombang kecil bergerak menjauhi dinding. Peristiwa ini disebut dengan refleksi gelombang. Akibatnya ada potensi gelombang mengalami interferensi konstruktif atau destruktif.

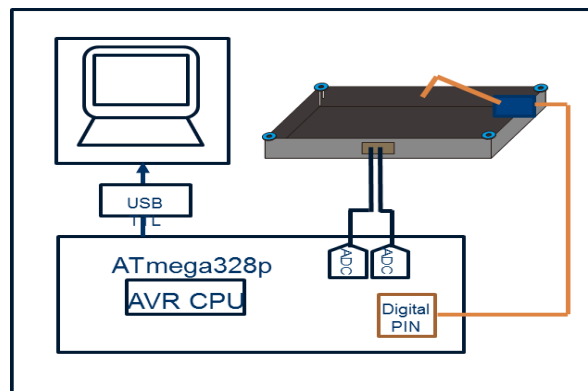
Pemahaman konsep-konsep fisika, banyak di antaranya yang tidak bisa dilakukan hanya dengan penyampaian teori tanpa ada praktikum atau peragaan secara nyata. Salah satunya pembelajaran konsep interferensi dan difraksi gelombang pada siswa sekolah menengah atas terbukti lebih baik jika ketika diterapkan

metode pembelajaran yang membuat siswa aktif dan dapat menemukan sendiri konsep tersebut [1]. Kesulitan memahami konsep gelombang suara juga dialami oleh mahasiswa tingkat sarjana, sehingga dibuat bahan ajar berbasis eksperimen yang terbukti efektif dalam menanamkan konsep tersebut. Mereka juga menggunakan tangki riak sebagai alat eksperimen, dan terbukti lebih efektif [2], karena dapat memberikan gambaran nyata dari gelombang.

Dalam pendidikan fisika tangki riak telah banyak digunakan untuk mendemonstrasikan sifat-sifat gelombang seperti pemantulan, pembiasan, difraksi dan interferensi dengan simulasi menggunakan gelombang permukaan air. Alat ini dapat dibuat secara sederhana dengan memodifikasi OHP untuk menjelaskan konsep interferensi dan difraksi gelombang untuk siswa sekolah menengah atas [3], dan mahasiswa. Maka untuk mendukung penggunaan tangki riak tersebut, kami membuat simulasi untuk menentukan frekuensi pada gelombang permukaan air dari tangki riak menggunakan sensor. Simulasi ini dilakukan dengan beberapa peralatan sederhana, seperti tempat berbentuk persegi yang dapat menampung air dengan kedalaman kurang lebih 3 cm, karena untuk menghasilkan gelombang yang dapat terus bergerak dengan bentuk sinusoidal dibutuhkan kedalaman lebih dari 2 cm [4], sensor, pembangkit gelombang, mikrokontroler, dan komputer. Prinsip yang digunakan adalah rangkaian pembagi tegangan. Data ditampilkan dalam bentuk grafik menggunakan perangkat lunak Gelombang Permukaan.

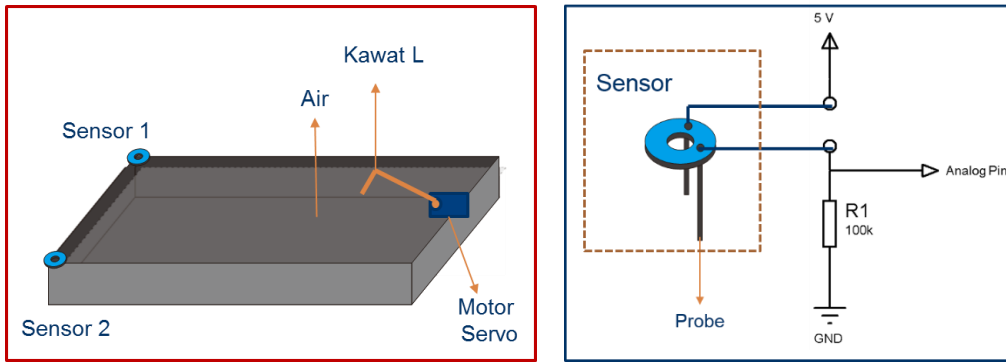
DESAIN DAN IMPLEMENTASI

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengukur frekuensi gelombang permukaan air dengan menggunakan simulator sederhana pembangkit gelombang. Dalam penelitian ini, komponen utama yang digunakan adalah dua sensor detektor yang berfungsi untuk mendeteksi puncak gelombang, sebuah box berukuran 30x30x10 cm³ untuk menampung air, sebuah kawat L yang dipasang pada sebuah motor servo yang digunakan sebagai sumber pembangkit gelombang, rangkaian pembagi tegangan, dan an Atmega328p untuk mengontrol seluruh proses pada sistem. Diagram blok sistem ditunjukkan pada gambar 1. Prinsip utama yang diterapkan pada sistem ini adalah dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan sehingga output yang dihasilkan adalah berupa sinyal analog. Keluaran data analog ini akan dikirimkan ke komputer melalui komunikasi serial menggunakan USB TTL. Sinyal analog ini akan difilter untuk diubah menjadi sinyal digital yang akan ditampilkan berupa grafik dengan perangkat lunak Gelombang Permukaan.



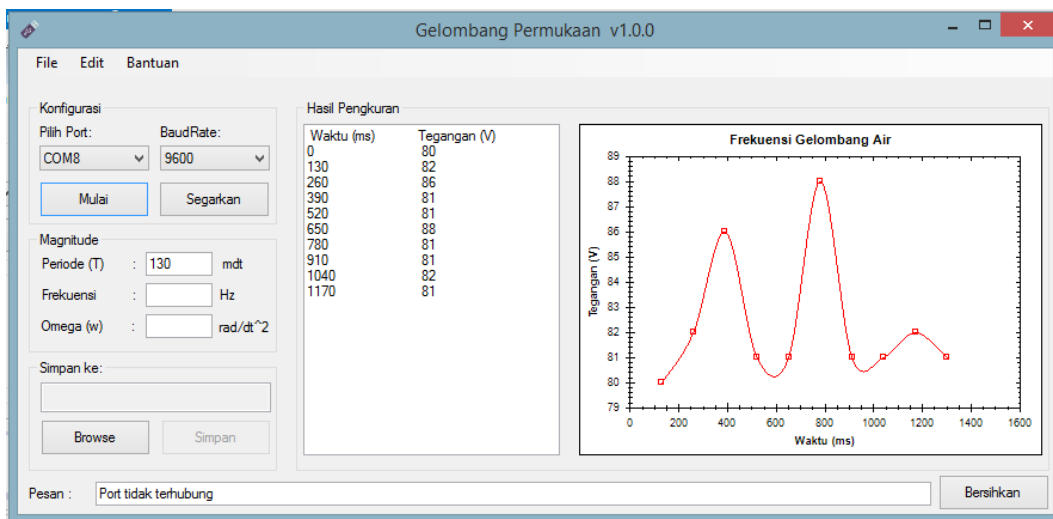
Gambar 1. Diagram blok pengukuran frekuensi gelombang permukaan dengan menggunakan simulator pembangkit gelombang

Untuk membangkitkan gelombang, kawat berbentuk L dipasang pada motor servo sebagai penggerak pembangkit gelombang. Motor servo diberikan sinyal sehingga akan berputar sebesar 60o secara forward dan backward dengan frekuensi tertentu. Motor servo dipasang pada salah satu sisi kotak penampung air sebagaimana ditampilkan pada gambar 2a. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi gelombang permukaan air adalah dengan memasang dua buah probe, yaitu probe A dan probe B. Probe A merupakan probe yang terhubung dengan tegangan VCC 5 volt, sedangkan probe B sebagai detektor. Prinsipnya ialah ketika gelombang permukaan merambat maka puncak gelombang akan bersentuhan dengan probe B. Akibatnya, antara probe A dan probe B akan terhubung aliran listrik dengan medium air sehingga akan terbentuk rangkaian pembangkit tegangan antara hambatan 100 k Ω dan air. Rangkaian pembagi tegangan ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 2. (a) Skema simulator sederhana pembangkit gelombang, (b) Rangkaian pembagi tegangan

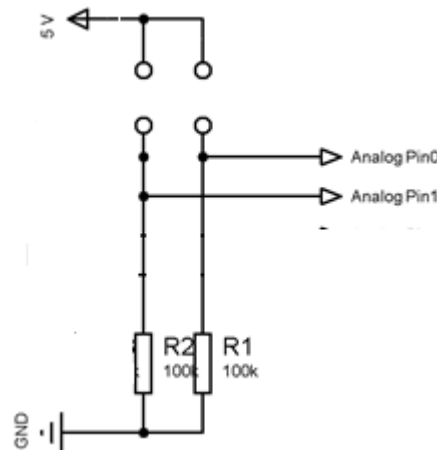
Untuk memperoleh data pengukuran, keluaran data analog dari rangkaian pembagi tegangan diproses oleh mikrokontroler ATmega328p melalui pin analog. Untuk menghilangkan noise yang disebabkan karena adanya pemantulan gelombang air ketika menabrak dinding pembatas, maka data analog ini difilter dalam pemrosesan sinyal data oleh mikrokontroler Atmega328p sehingga dihasilkan data digital, yaitu berupa high dan low dengan rentang waktu tertentu. Rentang waktu antara sinyal high ini merepresentasikan periode gelombang permukaan air. Selanjutnya, data pengukuran akan ditampilkan dengan menggunakan software Gelombang Permukaan (Gambar 3), yang dibangun dengan menggunakan software Visual Studio 2013.



Gambar 3. Antarmuka pengukuran frekuensi gelombang permukaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulator sederhana pembangkit gelombang telah dikembangkan dengan beberapa tahapan. Pertama, untuk mendapatkan karakteristik sensor dilakukan dengan memasang probe pada akrilik berbentuk lingkaran seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Sensor dicelupkan kedalam air sehingga kedua probe bersentuhan dengan air. Dilakukan pengukuran nilai hambatan air di beberapa titik dengan menggunakan multimeter. Hasil pengukuran hambatan air ditampilkan pada tabel 1.



Gambar 4. Desain sensor untuk karakterisasi air

Tabel 1. Hasil pengukuran hambatan air di beberapa titik

No.	Lokasi Sampel	Hambatan air (MΩ)
1.	Lokasi 1	1.88
2.	Lokasi 2	1.37
3.	Lokasi 3	1.64
4.	Lokasi 4	1.78
5.	Lokasi 5	1.93
6.	Lokasi 6	1.98
Rata-rata nilai hambatan air		1.76

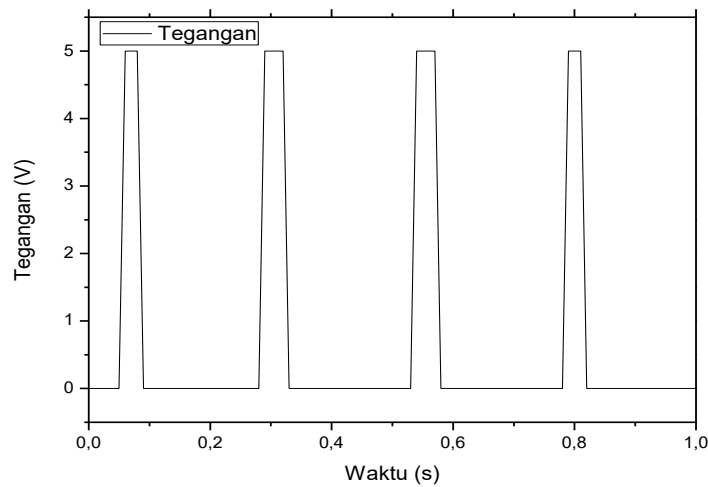
Berdasarkan data pada tabel 1, diperoleh bahwa nilai rata-rata hambatan air tanah adalah 1.76 MΩ. Perbedaan nilai hambatan air di beberapa titik pengambilan sampel ini disebabkan oleh kandungan mineral air tanah yang tidak homogen. Nilai hambatan air tersebut bergantung pada kandungan mineral yang larut dalam air [5]. Mineral tersebut dapat berupa ion-ion yang dapat menghantarkan listrik. Semakin tinggi kandungan mineral air tanah maka semakin kecil hambatan air tersebut. Sebaliknya, semakin murni air, maka semakin besar hambatan air tersebut atau bahkan menuju tak hingga.

Perbedaan nilai hambatan pada air tanah akan menyebabkan perbedaan nilai keluaran dari rangkaian pembagi tegangan. Selain itu, perbedaan nilai keluaran juga disebabkan oleh noise yang dihasilkan oleh pemantulan (refleksi) gelombang permukaan, yaitu adanya pengembalian seluruh atau sebagian dari suatu gelombang ketika gelombang tersebut bertemu dengan bidang batas antara dua medium [6]. Pemantulan gelombang ini terjadi ketika gelombang yang sedang berjalan dari satu titik menuju ke titik yang lain menabrak dinding wadah penampungan air. Akibatnya, akan terjadi peristiwa interferensi gelombang yang akan menyebabkan periode, frekuensi, fasa dan simpangan gelombang menjadi berubah. Oleh karena itu, untuk mengatasi gangguan-gangguan dalam pengukuran, sinyal keluaran dari rangkaian pembagi tegangan ini akan difilter dan diproses oleh mikrokontroler untuk diubah menjadi sinyal digital.

Setelah karakterisasi sensor dan air dilakukan, dirancang pembangkit gelombang dengan menggunakan motor servo. Pembangkit gelombang terbuat dari kawat logam berbentuk L yang diputar oleh motor servo dengan sudut 60o dengan arah forward dan backward. Kemudian, pembangkit gelombang ini, dipasang pada salah satu sisi wadah penampung air. Bentuk gelombang permukaan air yang dihasilkan oleh pembangkit gelombang ini adalah berupa lingkaran-lingkaran. Mulai dari lingkaran kecil, kemudian lingkaran kecil tersebut merambat menjauhi titik pusat llingkarannya membentuk lingkaran-lingkaran yang lebih besar.

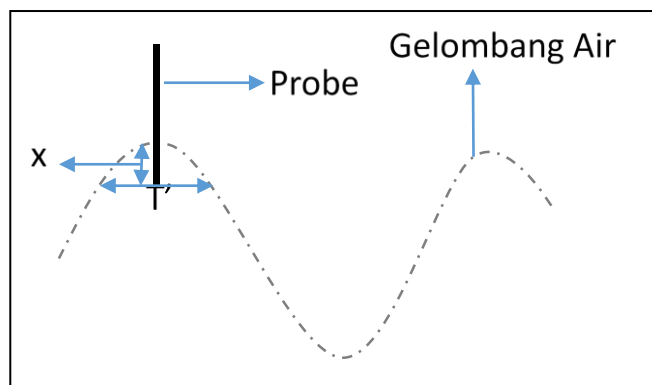
Uji coba pengukuran frekuensi gelombang permukaan. Hasil pengukuran frekuensi gelombang permukaan ditunjukkan pada gambar 5. Pada gambar 5 diperoleh frekuensi 4,34 Hz. Frekuensi ini dihitung dengan menggunakan persamaan 1 dengan T= 260 ms. Frekuensi yang terukur berbeda dengan frekuensi yang dihitung secara teori. Secara teori frekuensi gelombang air sebesar 7,69 Hz sehingga diperoleh konstanta koreksi 1,7. Perbedaan nilai pembacaan ini disebabkan karena interferensi destruktif akibat pemantulan gelombang ketika menabrak dinding wadah air.

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



Gambar 5. Hasil pengukuran gelombang permukaan

Pada gambar 5 terlihat bahwa setiap puncak menunjukkan adanya tegangan high yang terukur secara berulang. Ini disebabkan karena ketika probe B mendeteksi adanya gelombang, ujung probe B tercelup ke dalam air sehingga rangkaian terhubung selama periode waktu tertentu (T) sebagaimana dilustrasikan pada gambar 6. Pengukuran dilakukan dimulai dari batas awal puncak pertama sampai batas awal puncak kedua begitu seterusnya, yaitu sebesar satu gelombang. Oleh karena itu, tidak menjadi masalah dan dapat diterima karena data pengukuran masih menunjukkan hasil yang konsisten.



Gambar 6. Ilustrasi pengukuran gelombang

KESIMPULAN

Pengembangan simulator gelombang untuk mendeteksi frekuensi gelombang permukaan telah berhasil dilakukan. Komponen utama yang digunakan adalah dua sensor detektor yang berfungsi untuk mendeteksi puncak gelombang, sebuah box berukuran 30x30x10 cm³ untuk menampung air, sebuah kawat L yang dipasang pada sebuah motor servo yang digunakan sebagai sumber pembangkit gelombang, rangkaian pembagi tegangan, dan Atmega328p untuk mengontrol seluruh proses pada sistem. Berdasarkan hasil pengukuran simulator ini telah berhasil mengukur frekuensi gelombang permukaan air dengan faktor koreksi 1.7.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini.

REFERENSI

1. Tanti. *Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri Dalam Pembelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Konsep Interferensi Dan Difraksi Gelombang*. Edu – Physics **3** (2012)
2. Karen Wosilait, Paula R. L. Heron, Peter S. Shaffer, and Lillian C. McDermott. *Addressing Student Difficulties In Applying A Wave Model To The Interference And Diffraction Of Light*. Phys. Educ. Res., Am. J. Phys. Suppl. 67-71, (1999)
3. B. Purwanto, *Modifikasi Suatu Alat Agar Dapat Dipergunakan Sebagai Alat Demonstrasi Atau Alat Eksperimen Fisika Di Sekolah Menengah*, Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, (2009)
4. Goro Kuwaba, Toshihiro Hasegawa, and Kimitoshi Kono. *Water Wave in a Ripple Tank*. Am. J. Phys. 54 (11) (1986)
5. K. R. Morash, R. D. Thornton C. H. Saunders, Anthony C. Bevilacqua. *Measurement Of The Resistivity Of Ultrapure Water At Elevated Temperatures*. Ultrapure Water Journal (1994)
6. A. S. Ganijanti, *Gelombang Dan Optika*. Jakarta, Salemba Teknika (2011)