

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL FREKUENSI GETARAN AKUSTIK
BERBASIS SENSOR SERAT OPTIK**
*(The Design of Control System of Acoustic Vibration Frequency Based on
Fiber Optic Sensor)*

Harmadi ^{1*}, Firmansyah ², Wildian ³

Departemen Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang^{1*}
email: harmadi@fmipa.unand.ac.id, Kampus Limau Manis, Padang 25163
Departemen Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang²
Departemen Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang³

ABSTRACT

The design of control system of acoustic vibrations frequency have been done. The control system based on fiber optic sensors consist of a transmitter in the form of LD red light ($\lambda = 580 \text{ nm}$), fiber optic multi mode step index of the material PPMA (polymethyl Metacrylate), and the photodetector OPT 101 as the receiver circuit. The microcontroller Arduino as signal processing, monitor PC (Personal Computer) as the viewer acoustic vibration frequency value, and the relay as a switch circuit breaker if the frequency exceeds the limit. The acoustic vibrations frequency is generated by the speakers connected to the signal generator. Based on test results, showing the system can control the acoustic vibrations at a frequency of 10 Hz of the measuring range 1 Hz to 30 Hz.

Keywords: Control, Acoustic Vibration, Fiber Optic

ABSTRAK

Perancangan sistem pengontrolan frekuensi getaran akustik telah dilakukan. Rancangan sistem kontrol berbasis sensor serat optik terdiri dari pemancar cahaya berupa LD merah ($\lambda=580 \text{ nm}$), serat optik moda jamak step indek dari bahan PPMA (Polymethyl Metacrylate), rangkaian penerima berupa fotodetektor OPT 101. Mikrokontroler Arduino sebagai pemroses sinyal, monitor PC (Personal Computer) sebagai penampil nilai frekuensi getaran akustik, dan relay sebagai saklar pemutus arus jika frekuensi melebihi batas. Frekuensi getaran akustik dibangkitkan oleh speaker yang dihubungkan ke pembangkit sinyal. Berdasarkan hasil pengujian, memperlihatkan sistem dapat mengontrol frekuensi getaran akustik pada frekuensi 10 Hz dari rentang pengukuran 1 Hz hingga 30 Hz.

Katakunci: Kontrol, Getaran Akustik, Serat Optik

1. PENDAHULUAN

Getaran pada umumnya terjadi pada mesin-mesin di bidang industri. Getaran yang terjadi pada mesin-mesin di bidang industri tidak boleh melebihi standar yang telah ditetapkan. Kondisi mesin tidak baik jika melebihi standar dan perlu diperbaiki sedini mungkin sehingga proses-proses dalam bidang industri dapat bekerja secara optimal [1].

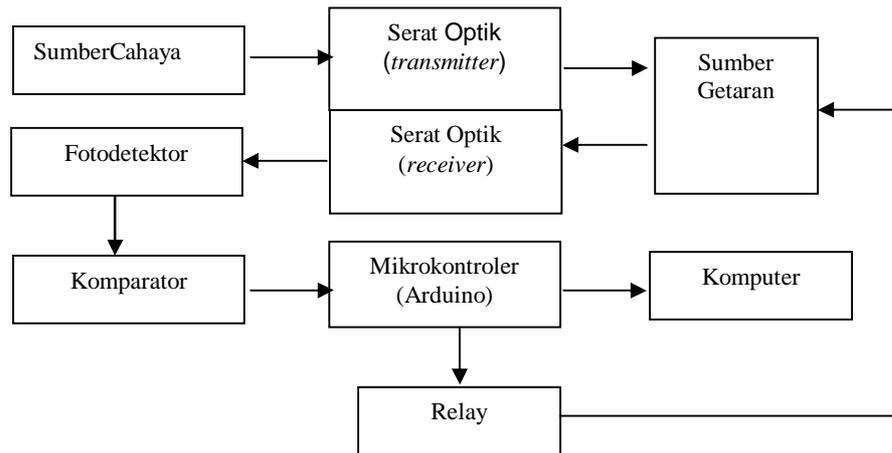
Berbagai macam instrumen dan metode telah dikembangkan untuk pengamatan getaran. Pengukuran yang banyak dilakukan bersifat kontak langsung. Pengukuran secara kontak banyak menimbulkan kelemahan-kelemahan. Lingkungan yang bersuhu tinggi, posisi obyek yang sulit dijangkau dan kondisi tak ideal lainnya membuat metode pengukuran secara kontak langsung tidak dapat dilakukan. Pengukuran getaran menggunakan serat optik merupakan salah satu jenis penelitian yang dipakai untuk mengatasi kendala dalam melakukan pengukuran tersebut.

Getaran dapat diinterpretasikan melalui frekuensi. Pengukuran frekuensi getaran dengan menggunakan serat optik telah dikembangkan antara lain oleh Wang [2] memanfaatkan rugi daya akibat pergeseran mikro, Jafari [3] melihat efek dari posisi serat optik pada pengukuran pergeseran mikro, dan Binua [4] menggunakan pergeseran mikro sebagai awal untuk mengukur frekuensi. Metode yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti tersebut merupakan penelitian awal bagaimana menentukan frekuensi getaran dari sebuah obyek. Serat optik merupakan sebuah media transmisi gelombang elektromagnetik yang terbuat dari bahan kaca atau plastik. Prinsip kerja dari serat optik yakni menggunakan prinsip pemantulan sempurna (*total internal reflection*) dengan memanfaatkan perbedaan indeks bias antara lapisan *core* dan *claddingnya* [5]. Serat optik pada awalnya diproyeksikan menjadi pengganti kabel koaksial sebagai media transmisi dalam bidang telekomunikasi. Keunggulan serat optik dibandingkan kabel koaksial menjadi faktor utama mengapa serat optik dikembangkan sebagai sensor.

Pada penelitian ini akan memanfaatkan serat optik sebagai sensor untuk pengontrolan frekuensi getaran akustik. Sistem pengontrolan dilakukan dengan memanfaatkan hasil pengukuran frekuensi terhadap obyek yang bergetar, kemudian menentukan batas frekuensi yang akan jadi acuan untuk pengontrolan frekuensi.

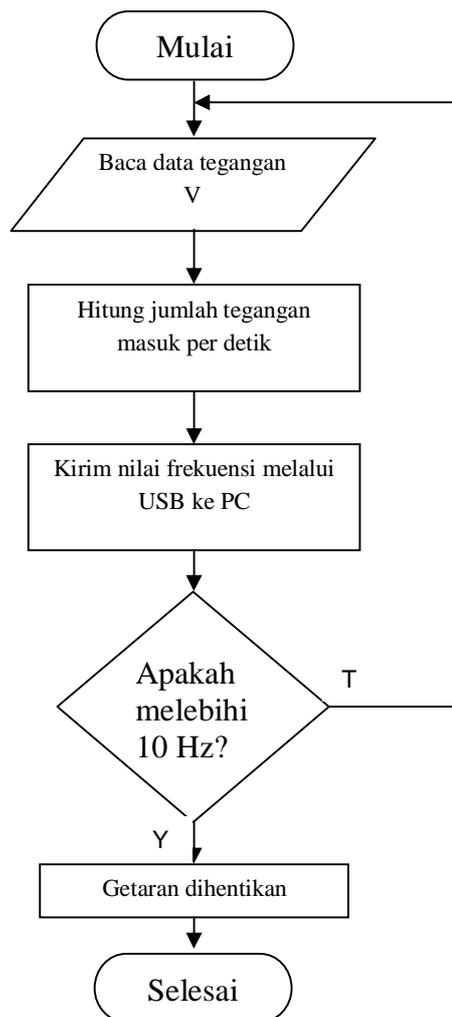
2. METODE PENELITIAN

Penelitian perancangan sistem kontrol frekuensi getaran akustik menggunakan sistem sensor serat optik dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas. Perancangan sistem sensor serat optik untuk mengontrol frekuensi getaran akustik ini dibentuk secara terpadu. Perangkat keras sistem serat optik ini terdiri dari serat optik FD 620-10 bertipe *step-index multimode* dari bahan PPMA (*Polymethyl Metacrylate*), speaker magnet sebagai sumber getaran akustik, fotodetektor, laser dioda, catu daya, komparator, relay dan mikrokontroler Arduino. Secara umum skema penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema sistem sensor serat optik untuk mengontrol frekuensi getaran

Pengontrolan frekuensi getaran akustik menggunakan sistem sensor serat optik ekstrinsik dimana proses penginderaan terjadi diluar serat optik. Pengontrolan dilakukan dengan cara menggandengkan dua buah kabel serat optik yang digunakan sebagai *transmitter* dan *receiver*.



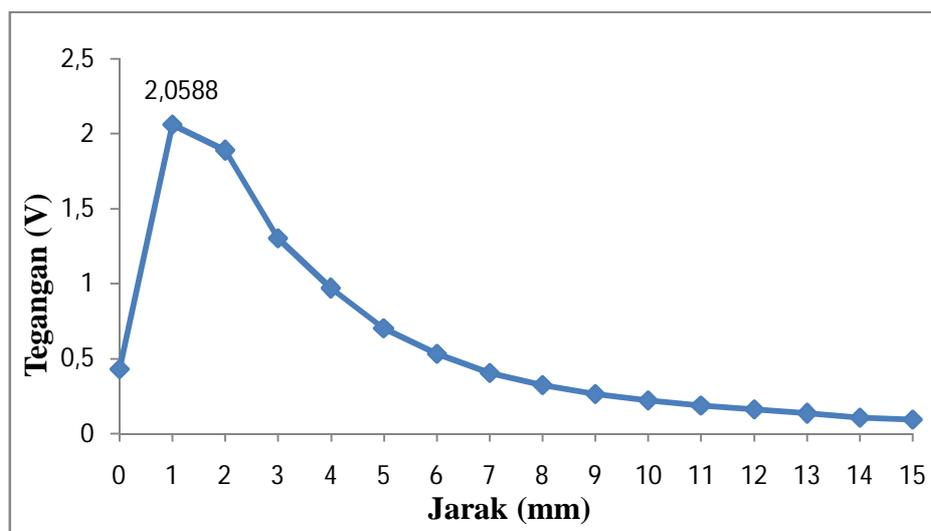
Gambar 2. Diagram alir program sistem pengontrolan

Transmitter digunakan untuk mengirimkan sinyal dalam bentuk cahaya. *Receiver* digunakan untuk mengirimkan sinyal hasil pengindraan terhadap obyek kepada fotodetektor. Sinyal cahaya yang ditransmisikan melalui serat optik *transmitter* akan dipantulkan oleh sumber getaran akustik dan ditransmisikan kembali oleh serat optik *receiver* kepada fotodetektor. Fotodetektor akan mengubah Intensitas cahaya yang diterimanya menjadi besaran listrik berupa tegangan analog. Tegangan analog dari fotodetektor terlebih dahulu dikondisikan dengan komparator Op-Amp. Setelah mikrokontroler Arduino memproses sinyal maka kemudian dihubungkan ke PC dengan menggunakan USB untuk ditampilkan, dan juga menghubungkan relay ke *board* Arduino untuk mengontrol frekuensi getaran akustik.

Perancangan perangkat lunak dibuat untuk mengatur sistem serat optik agar dapat memproses sinyal masukan dari sensor. Perancangan ini berbentuk sebuah *source code* atau yang lebih dikenal dengan program. Pemograman pada penelitian ini terbagi atas 2 bagian. Pemograman yang pertama ditanamkan ke dalam mikrokontroler Arduino menggunakan bahasa C. Pemograman kedua dibuat pada komputer menggunakan Delphi. Secara umum diagram alir pemograman pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

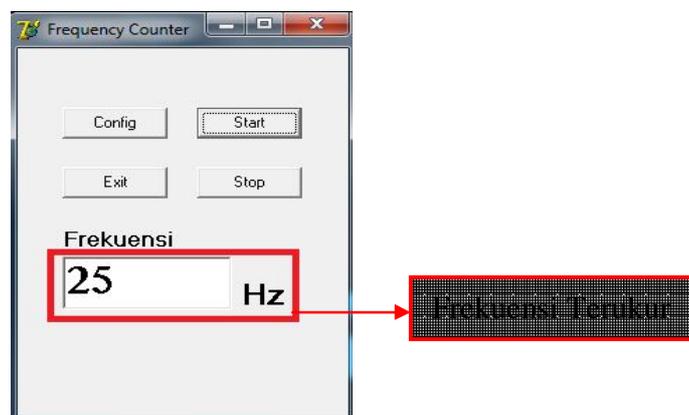
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran karakterisasi perubahan jarak antara ujung sensor dengan membran speaker kemudian diplot kedalam sebuah grafik untuk mempermudah dalam menganalisa data. Hubungan perubahan jarak ujung sensor serat optik dengan membran speaker terdapat pada Gambar 4.



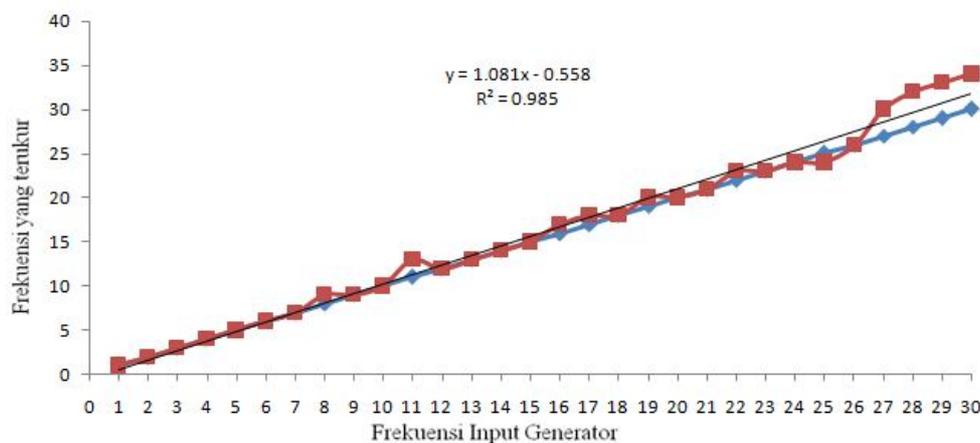
Gambar 1. Hubungan perubahan jarak antara ujung sensor serat optik dengan membran speaker

Berdasarkan kurva grafik pada Gambar 3 terlihat bahwa jarak antara ujung sensor serat optik dengan membran speaker mempengaruhi tegangan keluaran dari fotodetektor. Tegangan keluaran berubah seiring perubahan jarak antara ujung sensor serat optik dengan membran *speaker*. Pada jarak 0 sampai 1 mm menunjukkan kecenderungan (*trend*) grafik meningkat, sedangkan pada jarak 2 mm sampai 15 mm menunjukkan *trend* grafik menurun. Hasil karakterisasi ini akan ditetapkan dimana sensor serat optik diletakkan untuk mengukur dan mengontrol frekuensi getaran akustik, yaitu di tempat yang memiliki sensitifitas tertinggi atau perubahan nilai yang paling signifikan, yang pada penelitian ini terletak pada jarak 1 mm.



Gambar 4. Frekuensi yang terukur dalam program Delphi

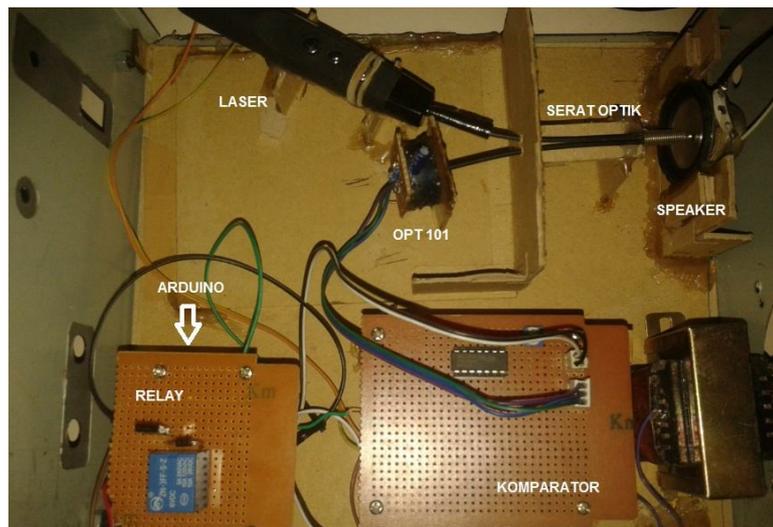
Nilai perubahan tegangan maksimum dan minimum dari fotodetektor akan dicacah dengan menggunakan pemrograman *counter* pada mikrokontroler Arduino. *Counter* pada mikrokontroler Arduino akan menghasilkan nilai frekuensi yang akan dikirimkan melalui antar muka USB ke PC untuk ditampilkan. Frekuensi yang terukur ditampilkan secara visual melalui program Delphi seperti ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 2. Perbandingan antara input frekuensi generator dengan hasil pengukuran frekuensi sistem sensor serat optik

Penelitian untuk menghitung frekuensi dari sumber getaran akustik (membran speaker) dilakukan dengan cara memberikan variasi terhadap input frekuensi generator. Analisa hasil pengukuran secara grafik diperlihatkan pada Gambar 5. Hasil pengukuran frekuensi menggunakan sistem sensor serat optik terdapat perbedaan dengan sinyal input frekuensi generator. Meskipun tidak sama tetapi hasil pengukuran menggunakan sensor serat optik memiliki kecenderungan (*trend*) yang sama dengan sinyal input frekuensi generator yakni ketika input frekuensi generator dinaikkan, maka hasil pengukuran frekuensi menggunakan sistem sensor serat optik juga naik.

Pengujian pengontrolan dilakukan dengan cara memberikan input frekuensi yang berada di atas dan di bawah frekuensi yang akan dikontrol, yaitu 10 Hz. Pengujian pertama dilakukan dengan memberikan frekuensi input dari sinyal generator di bawah 10 Hz, jika alarm getaran pada speaker tidak berhenti maka sistem masih bekerja dengan baik. Kemudian dilanjutkan dengan memberikan frekuensi input lebih besar dari 10 Hz, dan pada frekuensi ini akan menyebabkan relay aktif karena telah melewati frekuensi batas yang telah ditetapkan pada program.



Gambar 3. Rancangan sistem pengontrolan frekuensi getaran akustik

Rancangan sistem pengontrol frekuensi getaran akustik menggunakan sistem sensor serat optik dapat dilihat pada Gambar 6. Pada saat frekuensi diatas 10 Hz, maka mikrokontroler Arduino akan mengaktifkan relay dan mengintruksikan *Normally Open*. *Normally Open* akan membuat kontak tertutup atau terputus, sehingga *speaker* akan berhenti bergetar. Namun sebaliknya, pada saat frekuensi masih dibawah 10 Hz, maka mikrokontroler Arduino tidak akan menghidupkan relay untuk mengintruksikan *Normally Open* tersebut, sehingga kontak antara speaker dan sinyal generator sebagai pembangkitnya masih tersambung dan speaker masih tetap bergetar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil dan analisis penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan. Sistem kontrol frekuensi getaran akustik dapat dirancang dengan menggunakan laser dioda, serat optik, fotodetektor, komparator, mikrokontroler Arduino, dan program Delphi. Pada frekuensi 1 Hz sampai dengan 30 Hz, frekuensi yang terukur mendekati nilai input frekuensi generator yang sebenarnya, sedangkan pada frekuensi lebih besar dari 30 Hz, pengukuran tidak valid lagi karena kesalahan pada pengukuran lebih besar dari 10%. Rancangan dapat mengontrol frekuensi getaran akustik diatas 10 Hz dalam keadaan terputus (mati) dan pada saat serta di bawah 10 Hz dalam keadaan tersambung (hidup).

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada staf Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas yang telah memberi fasilitas sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

6. PUSTAKA

- [1]. A. Mirna. *Sistem Sensor Vibrasi di PLTG Pauh Limo*. Praktek Kerja Lapangan, Universitas Andalas. Padang; 2006.
- [2]. P. Wang. A Fiber-Optic Voltage Sensor Based On Macrobending Structure. *Optics & Laser Technology (Elsevier)*. 2011; Vol. 43. Issue 5: pp. 922–925.
- [3]. R. Jafari. H. Golnabi. Fibre position effects on the operation of opto-pair fibre displacement sensors. *Optics & Laser Technology (Elsevier)*. 2011; Vol. 43. Issue 4: pp. 814–819.
- [4]. S. Binua. V.P. Pillaia. N. Chandrasekaran. Fiber Optic Displacement Sensor For The Measurement Of Amplitude And Frequency Of Vibration, *Optics & Laser Technology (Elsevier)*. 2007; Vol. 39. Issue 8: pp 1537–1543.
- [5]. E. Udd. *Fiber Optic Sensors: An introduction for engineers and scientist*. John Wiley and Sons Inc.Canada; 1991.