

Perancangan Signal Conditioning Sensor Piezo Film Untuk Pengujian Model Struktur Akibat Tsunami

Totok Sudarto¹, Moch. Guruh¹

Abstrak

Perancangan yang tepat dari rangkaian interface untuk optimasi Piezo Film Sensor (PVDF film) mempunyai peranan sangat penting. Karena aplikasi-aplikasi dari piezo film sangatlah luas, mulai dari hal-hal yang menyangkut mainan anak-anak sampai dengan keperluan uji laboratorium bahkan sensor-sensor militer dan interfacing terhadap rangkaian elektronik sangatlah bergantung pada aplikasinya. Dalam banyak hal, piezo film dapat secara langsung dihubungkan pada rangkaian elektronik tanpa pertimbangan memerlukan interface khusus. Namun demikian, untuk hal-hal tersebut dimana dibutuhkan sebuah rangkaian interface, ada beberapa langkah yang harus dipertimbangkan yang menyangkut topologi yang paling sesuai untuk aplikasi yang dibutuhkan. Pada makalah ini hanya dibahas tentang perancangan dan pembuatan signal conditioning untuk kebutuhan pengujian Model kekuatan struktur akibat gelombang tsunami.

Kata kunci : Piezo Film Sensor, Signal Conditioning , Struktur

Abstract

Design of the circuit interface for optimization Piezo Film Sensor (PVDF film) has a very important. Because the applications of piezo film is very broad, ranging from matters relating to children's toys to a laboratory test purposes even military sensors and interfacing to electronic circuits is very dependent on the application. In many ways, piezo film can be directly connected to electronic circuit interface without requiring special consideration. However, for such matters which required a series of interfaces, there are several steps that must be considered regarding the most appropriate topology for the application needed. In this paper only discussed about the design and manufacture of signal conditioning for model testing needs structural strength due to tsunami waves.

Keywords : Piezo Film Sensor, Signal Conditioning , Struktural

PENDAHULUAN

Salah satu fenomena alam yang tidak bisa di prediksi oleh manusia adalah gempa bumi, dimana peristiwa gempa ini terjadi dalam waktu yang singkat tetapi akibat yang ditimbulkan sangat parah. Apalagi bila gempa tersebut di ikuti oleh gelombang Tsunami seperti yang pernah terjadi beberapa tahun yang lalu yang terjadi di wilayah Indonesia, khususnya didaerah aceh yang banyak menyebabkan kematian dan kerusakan infra struktur yang begitu hebat.

Sejak peristiwa tsunami tersebut terjadi, maka segala cara dilakukan oleh manusia untuk mendeteksi

kejadian gempa yang dapat menyebabkan tsunami. BPPT sebagai LPND yang bergerak di bidang pengkajian dan Penelitian Teknologi juga tidak mau ketinggalan dalam mengambil peran tersebut. Salah satu yang telah dilakukan oleh BPPT adalah dengan rancang bangun BUOY yang berfungsi sebagai early warning system, sehingga bila terjadi tsunami bisa sedini mungkin bias dimonitoring dan bisa memberikan peringatan kepada masyarakat disekitarnya bila terjadi gelombang tsunami, sehingga korban jiwa akibat gelombang tsunami dapat di minimalisir.

1. UPT BPPH-BPPT, Surabaya

Usaha BPPT untuk meminimalkan kerugian yang ditimbulkan akibat gelombang tsunami tidak berhenti sampai disitu saja, salah satu usaha lain BPPT adalah mengadakan penelitian tentang kekuatan struktur akibat gelombang tsunami. Untuk melakukan penelitian tersebut dilakukan pengujian model kekuatan struktur akibat gelombang tsunami. Untuk melaksanakan pengujian tersebut dibutuhkan model uji dan instrumentasi yang digunakan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan.

Pengujian model kekuatan struktur akibat gelombang tsunami ini dilakukan di UPT BPPH Surabaya. Pada pengujian tersebut sensor utama yang digunakan untuk mengukur besarnya hempasan pada sebuah struktur adalah sensor Impact. Dimana sensor impact ini menggunakan material PVDF Film. Perancangan ini untuk membuat signal conditioning yang sesuai dengan karakter sensor impact PVDF film, sehingga pengujian model kekuatan struktur akibat tsunami dapat dilaksanakan sesuai dengan yang diharapkan.

DESIGN CONSIDERATIONS SIGNAL CONDITIONING

Karena piezo film kedua-duanya adalah piezoelectric dan pyroelectric, beberapa provisi harus dibuat untuk menghilangkan (atau sekurang - kurangnya mengurangi) efek-efek signal yang tidak diperlukan. Beberapa prinsip utama dari signal conditioning antara lain melibatkan :

- *Filtering* -> Elektronik filter yang dirancang untuk memberikan karakteristik bandpass dan band rejection yang dibutuhkan
- *Averaging* -> Jika dikehendaki signal yang periodic, sementara signal yang tidak diperlukan berbentuk random signal, *signal averaging* dapat meningkatkan signal-to-noise ratio
- *Common Mode Rejection* -> Dengan menghubungkan dua electrode piezo film yang mempunyai luas permukaan yang sama secara *out-of-phase*, maka *common mode signal* dapat dihilangkan.

Terdapat bermacam rangkaian interface elektronik dengan piezo film termasuk *field effect transistors (FET's)*, *operational amplifier (Op-Amp)* dan *low current digital logic (CMOS)*. Karakteristik penting

yang perlu dipertimbangkan jika menggunakan FET's adalah *switching frekuensi*, *piezo film capacitance*, arus bocor FET's dalam keadaan *off-state*, *input bias resistance* dan menyelimuti (shielding) dari interferensi gelombang elektromagnetik (EMI).

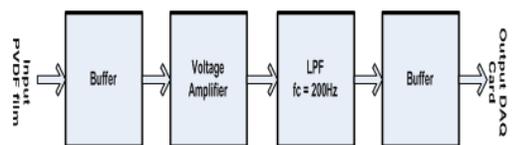
Dalam aplikasinya, dimana tidak mungkin menempatkan rangkaian signal conditioning atau preamplifier/interface berdekatan dengan transducer piezo film, pemilihan kabel yang tepat yang membawa signal dengan impedansi tinggi harus benar-benar dilakukan dengan sangat teliti dan hati-hati.

Kabel coaxial yang terbungkus (*shielded*), yang digunakan dengan maksud untuk meredam noise, dapat menambah persoalan adanya kebocoran dan capacitance tambahan, jika tidak dipilih kabel yang tepat, terutama isolasi pembungkus kabel yang akan berfungsi sebagai dielektrik sehingga membentuk sebagai capacitor. Dalam banyak hal, dianjurkan mempergunakan kabel dengan isolasi utama yang mempunyai resistansi tinggi, misalnya *non-polar plastic seperti high-purity polyethylene atau Teflon (PTFE)*. Dan adalah sangat penting untuk menempatkan kabel sedemikian rupa, sehingga kabel dapat menimbulkan noise yang akan berinterferensi dengan signal yang dikirim atau diukur.

Kabel-kabel jenis Teflon ini pada umumnya mempunyai serat kabel yang mempunyai kandungan perak cukup tinggi dan mempunyai warna serat keperakan. Sehingga mempunyai daya transfer atau konduktifitas tinggi sehingga diharapkan tidak ada rugi-rugi dalam transmisi signal.

PERANCANGAN SIGNAL CONDITIONING

Material Piezoelectric adalah sensor yang mempunyai impedansi output tinggi, sehingga memerlukan *signal conditioning* untuk meng-adaptasi-kannya menjadi impedansi rendah yang sesuai untuk mengukur dan peralatan instrumentasi lainnya. Pada gambar 10 ditunjukkan blok diagram *sensor interface* selengkapnya yang dipergunakan dalam proyek ini.



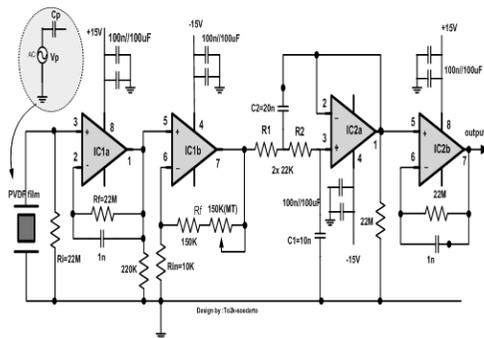
Gbr 1. Diagram Blok Signal Conditioning

Pada rangkaian buffer untuk menghindari noise yang terlalu tinggi Ri dibatasi sebesar 22MΩ, sementara untuk meminimalkan dc offset pada feedback loop diberi R feedback = Ri = 22MΩ//Cf=1n.

Pada bagian amplifier, karena sensor PVDF film yang dipakai tidak terlalu jauh dari amplifier, maka dalam perancangan ini dipilih rangkaian *voltage mode amplifier*. Dan karena keluaran output voltage dari sensor PVDF film dikehendaki sekitar 200–500mV, maka akan dibutuhkan penguatan antara 20-30 kali untuk mendapatkan output sekitar 10Volts, sehingga Rf pada *voltage amplifier* dibuat variable (150K+150K) dan Rin=10K.

Pada rangkaian lowpass filter (LPF) dipilih konfigurasi Butterworth filter dengan formulasi $f_c = 1/(2\pi.R.C1)$, dengan formulasi ini dapat ditentukan dahulu titik potong frekuensi $f_c=200\text{Hz}$, kemudian dipilih $R1=R2=R=22k\Omega$, maka akan diperoleh nilai $C1=10n$ dan $C2=2C1=20n$. Rangkaian selengkapannya dari *signal conditioning* terlihat pada gambar 11.

Rangkaian ekuivalen dari elemen film PVDF dapat dinyatakan sebagai sumber tegangan V_p yang terhubung seri dengan capacitor C_p . Dimana V_p adalah tegangan dari PVDF film yang berbanding lurus dengan tekanan/stress yang diberikan serta C_p adalah capacitance PVDF film yang berbanding lurus dengan luas permukaan film.



Gbr 2. Rangkaian Signal Conditioning

Seperti tersebut diatas, IC1a difungsikan untuk membentuk rangkaian buffer dengan gain =1, sedangkan IC1b merupakan *voltage amplifier* dengan gain yang variable antara 15 kali s/d 30 kali. Pada stage ketiga adalah rangkaian lowpass filter (LPF) yang di-set pada titik cut-off frekuensi = 200Hz dan diteruskan pada rangkaian buffer pada stage berikutnya.

Pemilihan IC1= AD2604 maupun IC2=OP249 haruslah memperhatikan parameter-parameter yang

dibutuhkan oleh sebuah signal conditioning. Dipilihnya IC-IC tersebut karena IC OPA2604 maupun OP249 mempunyai spesifikasi teknis yang sangat bagus.

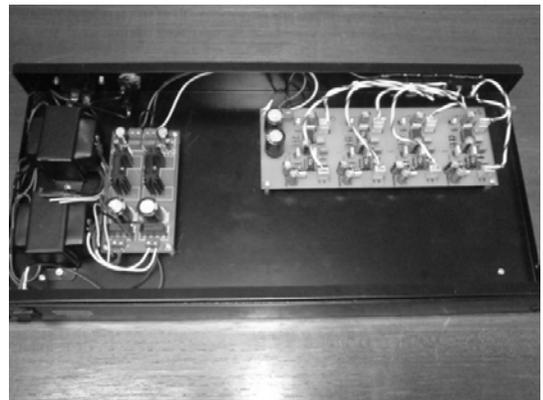
METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam perancangan Signal Conditioning ini terdiri dari :

- Pembuatan Hardware rangkaian.
- Pembuatan program Akuisisi data.
- Uji Coba sistem

PEMBUATAN HARDWARE

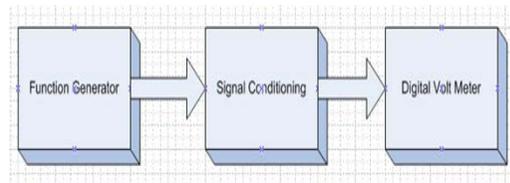
Pembuatan hardware rangkaian ini terdiri dari pembuatan rangkaian Conditioning Signal 4 Channel, Rangkaian Power Supply, dan Sistem Data Akuisisi.



Gbr. 3. Prototype Signal Conditioning yang telah dibuat

UJI COBA SIGNAL CONDITIONING

Setelah dilakukan rancang bangun signal conditioning maka langkah selanjutnya adalah uji coba dan validasi alat, dimana pada pengujian alat ini menggunakan function generator sebagai input pengganti sensor PVDF, dimana proses uji coba alat ini dapat digambarkan secara blok seperti pada gbr 4.

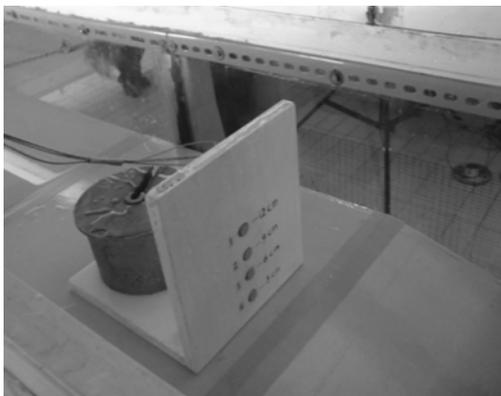


Gbr 4 : Alur Uji Coba Signal Conditioning

Tabel 1. Hasil Uji Coba Signal Conditioning

No	Amplitudo Tegangan	Gain	Output
1	100 mV	10 x	0.998 V
2	200 mV	10 x	2.001 V
3	300 mV	10 x	2.999 V
4	400 mV	10 x	4.000 V
5	500 mV	10 x	4.998 V

Setelah dilakukan uji coba signal conditioning, maka selanjutnya dilakukan validasi system secara keseluruhan dengan menggunakan sensor PVDF film yang akan digunakan. Pada pengujian ini nantinya akan menggunakan 4 buah sensor impact yang di konfigurasi seperti pada Gbr. 5.



Gbr 5. Penempatan sensor PVDF film pada ujung kolom uji

KESIMPULAN

Dari hasil uji ukur yang diperoleh, ternyata data-data yang diperoleh dapat dikatakan sangat memuaskan. Dan dari beberapa kali uji/test menunjukkan hasil yang selalu konsisten dan dari penguatan signal yang terukur dengan *Voltage mode amplifier* ini diperoleh perbandingan Signal to Noise ratio yang cukup bagus (+/-80dB), ini menunjukkan semakin besar angka ratio ini semakin baik pula informasi data yang didapat. Dan yang perlu diperhatikan pula adalah bagaimana cara menghindari agar supaya tidak terjadi apa yang disebut *ground loop*, karena jika terjadi *ground loop* maka akan timbul *noise* yang disebut *hum*. Keadaan ini akan memperburuk informasi data yang didapat, karena S/N ratio nya menjadi lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Didik R, Santoso, : “*Development of Piezoelectric Sensor and System for SHM Instrumentation*”, West Japan Society of Naval Architects No.19, March 2005
- Fujimoto Y., Shintaku E.,Pirker G.,Liu G.,: *Piezoelectric Sensor for Stress Intensity Factor Measurement of two dimensional Cracks*”, Engineering Fracture Mechanics, Vol.70 (2003), pp.1203-1218
- Walter G. Jung, : “*IC Op-AmpCookBook*”, Howard W. Sams & Co., Inc., 1974