

PEMBANGKIT GETARAN FREKUENSI RENDAH MENGGUNAKAN SENSOR OPTOCOUPLER

Yoggy Refiyon¹, Yulkifli² Pakhrur Razi³

¹Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang, email :
refiyonyoggy@gmail.com

²Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang, email:
yulkifliamir@yahoo.com

³Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang, email:

ABSTRACT

Sensor is main component in measuring and controlling system. Somemany sensor using high technology in fabrication, like vibration sensor. It is making vibration sensor have high cost and rare. Because of that many researchers develop the vibration sensor, so that can ben get a sensor with low cost and good characteristic. To develop a vibration sensor with good characteristic needed a low frequency vibration generator as sensor calibrator. The goal of this research is knowing performance and design specification of low frequency vibration generator using optocoupler sensor. Kind of this research is laboratory experiment, and measurement technique and collecting data executed by directly and indirectly. Directly measurement is measuring output of sensor and time of count. Indirectly measurement is to determine accuration and precision of instrument. The data obtained through measurement analyzing in two methods, statics and graph. There are two result of this research, that are 1. Vibration generator that have two box casing(mechanical and electronic box), 2. Accuration of sensor is 94.4% with average of correctness 0.95477. Accuration average of vibration generator is 0.98 and the precision is 0.976.

Keyword: vibration generator, low-frequency, seismic sensor, calibrator, optocoupler counter

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi terus berkembang untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Salah satu ilmu yang berkembang pesat adalah ilmu pengetahuan alam, hal ini disebabkan karena Ilmu pengetahuan alam merupakan disiplin ilmu yang mengkaji gejala-gejala alam untuk mendapatkan suatu solusi atau kesimpulan.

Perkembangan ilmu pengetahuan alam tidak terlepas dari teknologi elektronika. Teknologi elektronika menghasilkan komponen elektronika canggih baik berupa sensor, transduser atau dalam bentuk produk lainnya. Sensor merupakan piranti utama yang digunakan dalam sistem pengukuran maupun sistem pengontrolan. Dari sebuah sensor dapat dibangun suatu sistem yang bekerja otomatis dan mampu menganalisa fenomena-fenomena yang terjadi di alam. Sensor yang digunakan untuk membangun suatu sistem pengukuran atau pengontrolan berbeda-beda, sesuai dengan besaran yang dapat diindra oleh sensor tersebut. Sensor cahaya mengubah besaran cahaya menjadi sinyal listrik. Sensor suhu merubah derajat panas dan dingin menjadi besaran listrik. Sensor getaran

merupakan sensor yang digunakan untuk mengkonfersi getaran menjadi sinyal listrik.

Sistem pendeteksi getaran mampu memberikan informasi berupa parameter getaran yang dideteksi oleh sensor. Melalui informasi ini dapat memberikan peringatan dini untuk mencegah kerusakan fatal akibat getaran. Sistem pendeteksi getaran dibutuhkan untuk mendeteksi getaran dan analisa kerja mesin, analisa kekuatan getaran jembatan, analisa kekuatan bangunan terhadap getaran, dan gempa. Khusus untuk gempa memerlukan alat getar dengan frekuensi rendah.

Pendeteksi getaran dapat menggunakan berbagai sensor maupun alat lainnya dalam merespon suatu getaran. Beberapa sensor yang dapat digunakan antara lain sensor *geofon*, *piezoelektrik*, *akselerometer*, dan sebagainya. Material yang digunakan dalam fabrikasi sensor-sensor tersebut umumnya adalah semikonduktor, serta meterial bersifat optik, dan logam. Pembuatan sensor menggunakan material ini membutuhkan teknologi tingkat tinggi, sedangkan di Indonesia belum memiliki teknologi tersebut sehingga mengakibatkan sensor-sensor tersebut memiliki

harga yang mahal dan sulit didapatkan dipasaran. Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan sensor getaran, sehingga didapatkan sebuah sensor dengan harga yang murah dan karakteristik yang baik. Untuk mendapatkan sensor getaran dengan karakteristik yang baik dibutuhkan berbagai macam alat uji, kalibrator dan *vibration generator* (pembangkit getaran).

Instrumen pembangkit getaran frekuensi rendah merupakan suatu piranti yang menghasilkan getaran mekanik dengan frekuensi rendah, salah satunya adalah getaran gempa. Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungapian (BPPTK) Yogyakarta menyebutkan bahwa frekuensi gempa yang dominan adalah frekuensi rendah, berkisar antara 1 sampai 5 Hz (<http://belajar.kemdikbud.go.id>).

Untuk mengetahui dan mengukur getaran gempa frekuensi rendah diperlukan alat ukur getaran gempa. Namun permasalahan yang muncul untuk mendesain alat ukur getaran gempa adalah tidak terdapatnya pembangkit getaran yang dapat bekerja pada frekuensi rendah.

Pembangkit getaran frekuensi rendah dapat didesain menggunakan alat berupa sumber penggetar. Sumber penggetar menggunakan motor DC sebagai *actuator* dan sensor *optocoupler* sebagai pencacah. Motor DC merupakan mesin listrik yang mengubah energy listrik menjadi energy mekanik^[11]. Motor DC digunakan karena kecepatannya dapat divariasikan sehingga dapat dimanfaatkan untuk meregulasi frekuensi. Selain itu motor DC juga memiliki torsi yang tinggi, performansinya mendekati linier, dan sistem kontrolnya lebih sederhana^[8]. Bentuk fisik dari Motor DC diperlihatkan pada Gambar 1



Gambar 1. Bentuk fisik motor DC

Sensor *optocoupler* digunakan sebagai pencacah kecepatan putaran yang dapat dikonversi menjadi frekuensi getaran. Keluaran sensor sudah dalam bentuk tegangan (volt), sehingga tidak dibutuhkan

lagi rangkaian tambahan seperti rangkaian pengolah sinyal. Sensor *optocoupler* mudah didapatkan dan harganya tidak mahal, ukuran kecil dan ringan, arus yang digunakan juga lebih rendah, serta kecepatan *on* atau *off* nya lebih cepat sehingga akurasi lebih baik. Bentuk fisik sensor *optocoupler* dapat dilihat pada Gambar 2

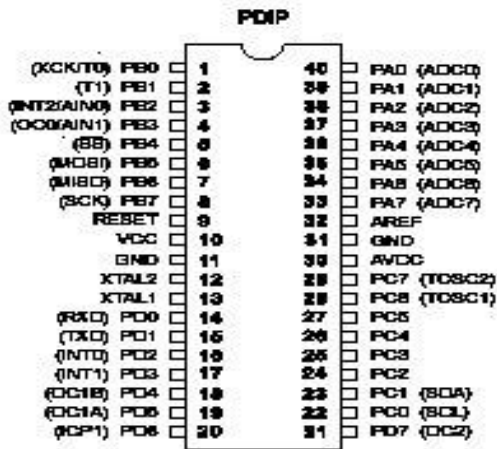


Gambar 2. Bentuk fisik sensor optocoupler

Berdasarkan skema dasar pada Gambar 2 dapat kita lihat bahwa sensor *optocoupler* memiliki empat kaki. Kaki satu dan dua merupakan kaki catudaya untuk mengaktifkan LED infra merah. Kaki tiga dan empat merupakan kolektor dan emitter dari fototransistor yang sekaligus merupakan keluaran dari sensor *optocoupler*. Ketika diberi catudaya maka LED inframerah akan aktif dan memancarkan sinar inframerah menuju fototransistor yang terdapat pada receiver. Cahaya inframerah akan mentrigger daerah basis fototransistor sehingga arus akan mengalir dari kolektor menuju emitter.

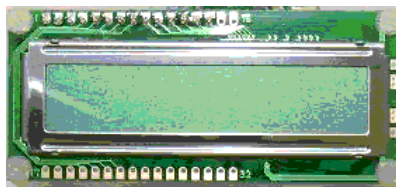
Ketika diantara transmitter dan receiver terhalang maka fototransistor akan off sehingga keluaran dari kolektor akan berlogika HIGH. Sebaliknya, ketika diantara transmitter dan receivernya tidak terhalang maka fototransistor akan on sehingga keluarannya akan berlogika LOW.

Sinyal keluaran sensor akan menjadi masukan mikrokontroler untuk diolah. mikrokontroler merupakan suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan teknologi baru semikonduktor dengan kandungan transistor yang banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil serta dapat diproduksi secara banyak^[1]. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah mikrokontroler ATmega 8535. Mikrokontroler ini terdiri dari 40 pin dengan konfigurasi pin diperlihatkan pada Gambar 3



Gambar 3. Pin mikrokontroler ATmega 8535

Data dari mikrokontroler ditampilkan dalam bentuk display pada LCD. LCD lebih menguntungkan dari perangkat lainnya karena hemat, proses perancangan yang relatif lebih mudah dan ringan. LCD yang tersedia saat ini adalah LCD grafik dan LCD teks. LCD grafik menampilkan data dalam bentuk gambar, sedangkan LCD teks menampilkan karakter. LCD yang biasa digunakan adalah 2X16 (2 baris X 16 baris), 2X20 dan 4X20. Bentuk fisik LCD diperlihatkan pada Gambar 4:



Gambar 4. Bentuk fisik LCD

Power supply merupakan suatu peralatan yang sangat penting karena hampir semua peralatan elektronika memerlukan tegangan DC untuk mengoperasikannya. Power supply (catu daya) adalah suatu yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC^[12]. Untuk mendapatkan tegangan DC yang teregulasi dibutuhkan IC regulator 78xx dan 79xx. IC 78xx adalah regulator positif dengan tegangan xx volt, dan IC 79xx adalah regulator negatif yang menghasilkan tegangan xx volt^[12].

Berdasarkan latar belakang diatas dan kelebihan yang dimiliki sensor *optocoupler* maka judul penelitian yaitu “ Pembuatan Pembangkit Getaran Frekuensi Rendah menggunakan Sensor *Optocoupler*”.

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan spesifikasi performansi dan spesifikasi desain dari sistem pembangkit getaran frekuensi rendah menggunakan sensor *optocoupler*.

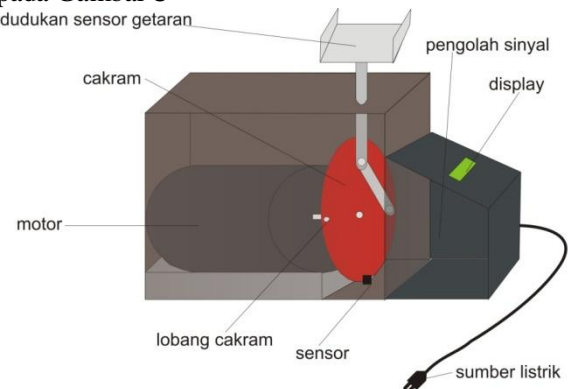
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dilaboratorium Elektronika dan instrumentasi Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2012 sampai Juli 2013.

1. Desain perangkat keras

Perancangan pembangkit getaran frekuensi rendah menggunakan sensor *optocoupler* memiliki batasan-batasan tertentu bergantung kepada komponen dan bahan yang digunakan. Komponen yang digunakan meliputi motor DC yang berperan sebagai *actuator*, yaitu suatu piranti yang mengubah sinyal listrik menjadi gerakan mekanik.

Pembangkit getaran frekuensi rendah ini dirancang bisa menghasilkan data yang akurat, sehingga harus memenuhi spesifikasi tertentu. Spesifikasi merupakan pendeskripsian secara mendetail produk hasil penelitian. Secara umum ada dua tipe spesifikasi yaitu spesifikasi performansi dan spesifikasi desain. Spesifikasi performansi mengidentifikasi fungsi-fungsi dari setiap komponen pembentuk sistem, sedangkan spesifikasi performansi biasa disebut juga dengan spesifikasi fungsional. rancangan sistem pembangkit getaran frekuensi rendah menggunakan sensor *optocoupler* dapat dilihat pada Gambar 5



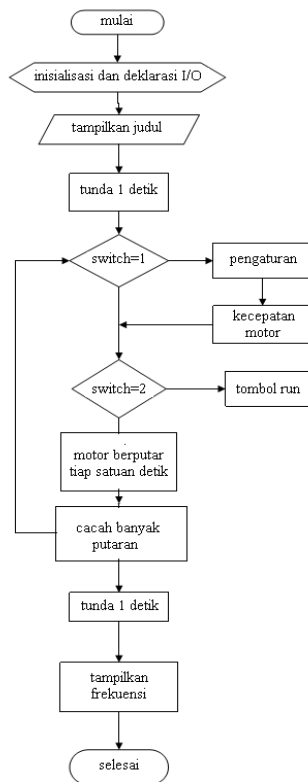
Gambar 5. Desain alat pembangkit getaran frekuensi rendah

Berdasarkan Gambar dapat kita lihat bahwa pembangkit getaran frekuensi rendah ini memiliki sistem mekanik dan elektronik yang terpisah.

Sistem mekanik diletakan pada sebuah *box* dengan ukuran dimensi 7x10 cm. sedangkan sistem elektronik diletakan pada *box* lain. Sistem mekanik dan elektronik alat ini dihubungkan oleh kabel-kabel penghubung. Kedua sistem ini sengaja dipisahkan agar getaran yang dihasilkan *actuator* tidak mengganggu kinerja dari komponen elektronika.

2. Desain perangkat lunak

Desain perangkat lunak dari sistem berupa diagram alir (*flowchart*). Pemograman dibuat menggunakan bahasa C yaitu dengan menggunakan *software* Codevision AVR. Codevision AVR merupakan sebuah *compiler* yang dilengkapi langsung dengan *downloader*, sehingga kita bisa langsung menanam program ke mikrokontroler. Sebelum membuat sebuah program terlebih dahulu harus membuat sebuah *flowchart*. *Flowchart* dari pembangkit getaran frekuensi rendah diperlihatkan pada Gambar 6



Gambar 6. *Flowchart* pembangkit getaran frekuensi rendah

Berdasarkan Gambar 6 dapat dijelaskan bahwa program yang akan ditanamkan pada mikrokontroler terdiri dari kotak keputusan I/O dan proses, diawali dengan mulai (on) dan selesai (off).

Dari desain terlihat alur program pembangkit getaran frekuensi rendah.

Untuk menentukan ketepatan dan ketelitian sistem menggunakan teori kesalahan. Persentase kesalahan dapat ditentukan dari persamaan :

$$\% \text{kesalahan} = \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \times 100\%$$

Y_n merupakan Nilai sebenarnya dan X_n merupakan Nilai pada alat ukur.

Ketepatan pengukuran dari suatu sistem pengukuran dapat ditentukan melalui persamaan:

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right|$$

Ketepatan relatif rata-rata dari sistem pengukuran dapat ditentukan melalui persamaan:

$$A\% = \left[1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \right] \times 100\%$$

Pada persamaan A merupakan akurasi relatif yang sering dikenal dengan ketepatan [6]

Hasil pengukuran dinyatakan dalam $X \pm \Delta X$ kemudian dapat ditentukan nilai rata-rata, standar deviasi, kesalahan mutlak dan relatif serta pelaporan hasil pengukuran. Nilai rata-rata pengukuran dinyatakan dengan:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n X_n$$

dimana X_n adalah nilai dari data ke- n dan n adalah jumlah total pengukuran. Ketelitian dapat diekspresikan dalam bentuk matematika sebagai berikut:

$$\text{Precision} = 1 - \left| \frac{X_n - \bar{X}_n}{\bar{X}_n} \right|$$

dimana; X_n = nilai dari pengukuran ke- n dan \bar{X}_n = rata-rata dari set n pengukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dihasilkan melalui pengukuran memiliki arti penting dalam penelitian ini. Dari data yang didapatkan maka kita dapat menggambarkan hubungan antara besaran bebas dan besaran terikat yang terdapat dalam sistem pembangkit getaran frekuensi rendah. Untuk menggambarkan hubungan antara besaran bebas dan besaran terikat tersebut dibutuhkan analisis data (pengolahan data).

Analisis data yang dilakukan pada sistem pembangkit getaran frekuensi rendah meliputi karakteristik sensor *optocoupler*, hubungan

tegangan keluaran PWM terhadap frekuensi, serta ketepatan dan ketelitian pembangkit getaran frekuensi rendah.

1. Spesifikasi performansi pembangkit getaran frekuensi rendah

Pembangkit getaran frekuensi rendah merupakan suatu sistem sumber penggetar yang bekerja pada frekuensi tertentu. Sistem ini menggunakan motor DC sebagai *actuator*, yaitu piranti yang mengubah besaran listrik menjadi gerakan mekanik. Adapun bentuk fisik dari sistem pembangkit getaran frekuensi rendah terlihat pada Gambar 7



Gambar 7. Pembangkit getaran frekuensi rendah

Berdasarkan Gambar 7 dapat terlihat bahwa pembangkit getaran frekuensi rendah terdiri dari dua *box*, dimana *box* pertama merupakan *box* rangkaian elektronika dan *box* kedua merupakan *box* mekanik sistem. Sensor diletakkan pada piringan cakram mekanik pada *box* kedua. Piringan ini terhubung dengan poros penggetar dan motor DC. Ketika motor DC berputar, maka akan mengakibatkan piringan berputar dan lengan penggetar bergerak vertikal.

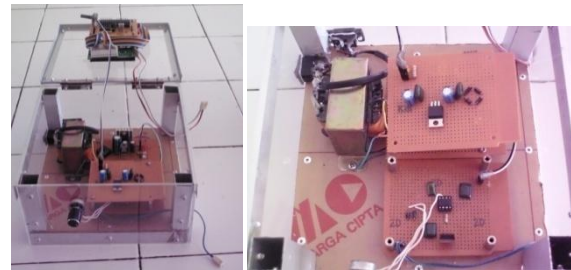
Pembangkit getaran terdiri dari I/O, dimana input berupa *push button* dan outputnya dalam bentuk karakter di LCD. LCD akan menampilkan banyak cacahan, waktu, dan frekuensi. Posisi I/O masing-masing dapat dilihat pada Gambar 8



Gambar 8. Komponen I/O pembangkit getaran frekuensi rendah

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat bahwa input terdiri dari tombol *on/off* (1) berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan sistem, tombol *start/stop/reset* (2) yang berfungsi untuk memulai menjalankan sistem, untuk meberhentikan sistem dan mengembalikan pembacaan keposisi semula, *knop mixer* (3) berfungsi pengatur kecepatan motor dan LCD (4) berfungsi untuk menampilkan input.

Pembangkit getaran frekuensi rendah ini terdiri dari rangkaian-rangkaian elektronika, rangkaian penusun sistem ini dapat dilihat pada Gambar 9



Gambar 9. Rangkaian penyusun pembangkit getaran frekuensi rendah

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat rangkaian penyusun sistem pembangkit getaran frekuensi rendah yang ada didalam *box*. Rangkaian terdiri dari rangkaian catu daya(1) sebagai sumber arus, PWM (2) sebagai pengatur kecepatan motor DC, sistem minimum mikrokontroller (3) sebagai program atau otak dari sistem pembangkit getaran frekuensi rendah, dan rangkaian sensor optocoupler (4).

Bagian mekanik atau *box* mekanik dari sistem pembangkit getaran frekuensi rendah ini terdiri dari beberapa komponen. Komponen-komponen penyusun mekanik pembangkit getaran frekuensi rendah dapat dilihat pada Gambar 10



Gambar 10. Sistem mekanik pembangkit getaran frekuensi rendah

Berdasarkan Gambar 10 dapat dilihat bahwa mekanik sistem terdiri dari tuas penggetar(1) yang

berfungsi untuk mengubah gerakan melingkar menjadi gerakan vertikal, motor DC (2) berfungsi untuk sumber penggerak (*actuator*), pembangkit torsi (3) berfungsi untuk memberikan torsi yang lebih besar pada lengan penggetar, cakram (5) dan sensor optocoupler (4) untuk mencacah banyaknya putaran pembangkit getaran frekuensi rendah.

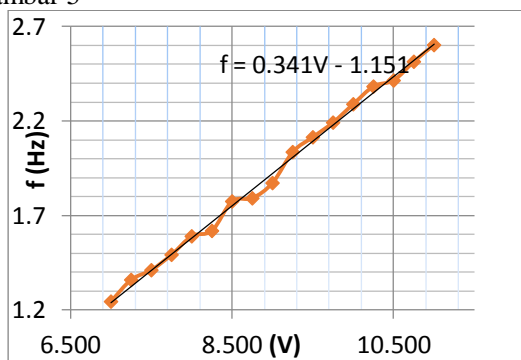
2. Ketepatan dan ketelitian sensor *optocoupler*

Sensor *optocoupler* memancarkan cahaya inframerah dari pemancar menuju penerima. Ketika diantara pemancar dan penerima terhalang oleh benda maka akan mengakibatkan tegangan keluaran sensor berubah. Tegangan tersebut dapat dilihat atau diukur menggunakan multimeter digital. Pada keadaan terhalang sensor memiliki tegangan yaitu 4,71 Volt, sedangkan saat pemancar dan penerima sensor tidak terhalang maka tegangan keluaran sensor menjadi 0.0065 Volt. Untuk tegangan keluaran sensor yang dituliskan pada datasheet mencapai 5 Volt, sedangkan yang didapatkan secara pengukuran adalah 4,71 Volt. Ketepatan dari sensor yang terpasang pada alat ini yaitu 94,2%. Perbedaan nilai yang didapat disebabkan pengaruh dari kabel sensor yang cukup panjang sehingga terjadi jatuh tegangan pada sensor.

Untuk ketelitian sensor didapatkan dengan cara melakukan pengukuran berulang pada sensor baik pada saat terhalang maupun tidak terhalang. Saat pemancar dan penerima sensor *optocoupler* tidak terhalang ketelitiannya adalah 0.999, sedangkan pada saat terhalang ketelitian sensor adalah 0.892.

3. Hubungan tegangan masukan motor DC terhadap frekuensi

Hubungan antara tegangan masukan pada motor DC dengan frekuensi ditunjukkan pada Gambar 5



Gambar 5. Grafik hubungan tegangan terhadap frekuensi

Sumbu x pada Gambar 5 menyatakan tegangan keluaran dan sumbu y menyatakan frekuensi yang dihasilkan instrumen. Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin tinggi tegangan masukan motor DC maka semakin tinggi frekuensi yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena kecepatan putar motor DC sebanding dengan kenaikan tegangan.

Hasil pengukuran memiliki grafik berbentuk garis lurus (linier), dengan persamaan :

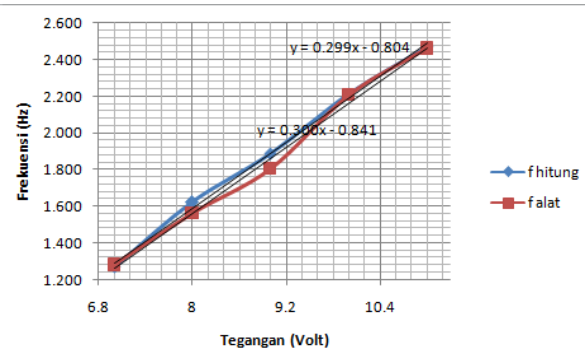
$$f = 0.34V - 1.151$$

Angka 0.34 menyatakan kemiringan garis lurus yang menyatakan kesensitifan perubahan tegangan terhadap kecepatan putar motor DC. Sedangkan angka 1.151 menyatakan frekuensi awal.

4. Ketepatan pembangkit getaran frekuensi rendah

Ketepatan pembangkit getaran frekuensi rendah ditentukan dengan membandingkan data pengukuran sistem dengan alat ukur standar.

Grafik dari ketepatan pembangkit getaran frekuensi rendah dapat kita lihat pada Gambar 6



Gambar 62. Grafik ketepatan frekuensi

Berdasarkan Gambar 62 sumbu y menyatakan frekuensi dan sumbu x merupakan tegangan. Kita juga dapat melihat kurva perbandingan antara frekuensi ukur dengan frekuensi hitung. Hasil pengukuran dan perhitungan membentuk persamaan garis lurus dimana persamaan pengukuran adalah $f = 0.299V - 0.804$ dan persamaan perhitungan adalah $f = 0.3V - 0.841$. Persentase kesalahan berkisar antara 0% sampai 4.3289%. Sedangkan ketepatan dari sistem pembangkit getaran berkisar antara 92% sampai dengan 99%.

5. Ketelitian pembangkit getaran frekuensi rendah

Untuk ketelitian sistem pembangkit getaran frekuensi rendah dilakukan dengan cara melakukan pengukuran berulang yaitu sebanyak 10 kali pengukuran. Berdasarkan pengukuran dapat ditentukan nilai rata-rata, standar deviasi, persentase simpangan dan ketelitian

Kesalahan mutlak dari sistem pembangkit getaran frkuensi rendah dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Data Ketelitian Pembangkit Getaran Frekuensi Rendah Menggunakan Sensor Optocoupler

No	V (Volt)	Arus (mA)	F (Hz)										Ketelitian	Δx	ki
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	7.000	184.100	1.268	1.212	1.229	1.231	1.190	1.271	1.286	1.271	1.266	1.222	0.981	0.010	0.9
2	7.250	185.200	1.330	1.307	1.307	1.320	1.391	1.323	1.400	1.407	1.370	1.438	0.978	0.015	1.1
3	7.500	187.300	1.428	1.410	1.443	1.474	1.408	1.396	1.369	1.417	1.429	1.333	0.988	0.012	0.8
4	7.750	191.800	1.462	1.440	1.467	1.569	1.458	1.467	1.511	1.458	1.511	1.574	0.980	0.015	1.1
5	8.000	192.600	1.521	1.603	1.571	1.576	1.576	1.522	1.667	1.645	1.600	1.618	0.957	0.015	0.8
6	8.250	193.600	1.617	1.593	1.689	1.645	1.630	1.618	1.618	1.662	1.553	1.563	0.999	0.013	0.8
7	8.500	194.400	1.710	1.821	1.846	1.750	1.797	1.783	1.700	1.833	1.688	1.817	0.963	0.019	1.1
8	8.750	197.700	1.855	1.857	1.769	1.846	1.833	1.773	1.729	1.797	1.681	1.770	0.964	0.018	1.1
9	9.000	199.200	1.861	1.896	1.854	1.850	1.857	1.900	1.844	1.893	1.786	1.977	0.994	0.016	0.8
10	9.250	200.400	2.048	2.000	1.972	2.078	1.931	2.000	2.103	2.026	2.026	2.172	0.994	0.022	1.1
11	9.500	203.300	2.053	2.133	2.067	2.112	2.143	2.125	2.191	2.109	2.024	2.181	0.971	0.017	0.8
12	9.750	205.900	2.156	2.239	2.183	2.150	2.250	2.163	2.155	2.203	2.221	2.196	0.984	0.011	0.8
13	10.000	210.500	2.267	2.275	2.395	2.266	2.208	2.297	2.300	2.327	2.353	2.200	0.990	0.019	0.8
14	10.250	217.400	2.200	2.520	2.550	2.341	2.325	2.438	2.389	2.222	2.475	2.364	0.923	0.037	1.1
15	10.500	219.900	2.472	2.477	2.400	2.318	2.475	2.364	2.386	2.432	2.432	2.386	0.976	0.017	0.8
16	10.750	221.800	2.475	2.455	2.625	2.583	2.525	2.386	2.450	2.639	2.523	2.475	0.985	0.026	1.1
17	11.000	229.600	2.625	2.611	2.625	2.775	2.272	2.600	2.806	2.568	2.455	2.682	0.991	0.048	1.1
Rata-rata													0.978	0.019	0.8

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat ketelitian pembangkit getaran frekuensi rendah menggunakan sensor optocoupler yaitu 0.978 dengan kesalahan mutlak rata-rata 0.09 dan kesalahan relatif rata-rata 0.99

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis sistem pembangkit getaran frekuensi rendah menggunakan sensor *optocoupler* yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan :

1. Spesifikasi performansi sistem pembangkit getaran frekuensi rendah adalah terdiri dari dua box yaitu box mekanik dan box elektronik, serta memiliki fungsi I/O berupa tombol-tombol dan LCD
2. Spesifikasi desain pembangkit getaran frekuensi rendah adalah mencakup ketepatan sensor, hubungan tegangan

terhadap frekuensi, Ketelitian dan ketepatan.pembangkit getaran frekuensi rendah. Ketepatan sensor optocoupler adalah 94.4%, ketelitian sensor pada saat terhalang adalah 0.892 dan saat tidak terhalang adalah 0.999, dengan kesalahan relatif 0.29. Hubungan tegangan terhadap frekuensi dari sistem pembangkit getaran frekuensi rendah ini adalah berbanding lurus dengan grafik mendekati linier. Ini dapat diartikan bahwa semakin besar tegangan yang dihasilkan maka semakin besar pula frekuensi yang dihasilkan. Ketepatan rata-rata dari sistem pembangkit getaran frekuensi rendah adalah 0.98% dengan rata-rata kesalahan relatif adalah 1.885%. Ketelitian rata-rata dari sitem pembangkit getaran frekuensi rendah adalah 0.9776 dengan kesalahan relatif 0,9899%

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Afgianto, EP. 2002. *Belajar Mikrokontroler AT89S51/52/55 Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta : Gava Media
- [2]Anto Susilo, Mohtar Yunianto dan Viska Inda Variani. 2012. Simulasi Gerak Harmonik Sederhana dan Osilasi Teredam pada Cassy-E 524000. "Indonesian Journal of Applied Physics". Vol. 2 No. 2. Hlmn 124-127
- [3]Bolton, William. 2004. *Programable Logic Controller (PLC) Edisi 3*. Jakarta : Erlangga
- [4]Djamal, M., Yulkifli, A.Setiadi, R.N. Setiadi. 2010. *Development of a Low Cost Vibration Sensor Based on Fluxgate Element*. International conference of institute for Environment, Engineering, Economics, and Applied Mathematics (IEEEAM): Itali
- [5]Goldman, Steve.1999. *Vibration Spectrum Analysis Second Edition*. New York : Industrial Press Inc.
- [6] John, L. D. (1995). *Electronic Instrumen and MeasurementSecond Edition*. Prentice Hall International, inc.
- [7] Malik, Moh Ibnu ST. 2006. *Pengantar Membuat Robot*. Yogyakarta : Gava Media
- [8] Malvino, Albert Paul. 1999. *Prinsip-Prinsip Dasar Elektronika Jilid I*. Jakarta : Erlangga

- [9] Malvino, Albert Paul. 1999. *Prinsip-Prinsip Dasar Elektronika Jilid II*. Jakarta : Erlangga
- [10] McConnel, Kenneth G. 1995. *Vibration Testing Theory and Practice. United States of America*: John Wiley and Sons Inc.
- [11] Muhamad Zamroni. (2006). *Kendali Motor DC Sebagai Penggerak Mekanik Pada Bracket Lcd Proyektor Dan Layar Dinding Berbasis Mikrokontroler AT89S51*. Universitas Diponegoro. Semarang
- [12] Sutrisno. (1999). *Elektronika Teori dan Penerapan*. Bandung : ITB.
- [13] Yulkifli, Hufri, Djamal. M. 2011. “Desain Sensor Getaran Frekuensi Rendah Berbasis Fluxgate”. *Jurnal Otomasi, kontrol, dan instrumentasi*. (Nomor 2 tahun 2011). Hlm. 7-13
- [14] Anonim. 2006. *Gempa Vulkanik*. <http://bos.fkip.uns.ac.id>. 10 Mei 2006