



PENGARUH KUAT ARUS LISTRIK DAN JUMLAH LILITAN
TERHADAP FREKWENSI GETARAN PADA VIBRATOR MELDE

S K R I P S I



Oleh :

S u g i o n o

NIM. 97-2010

PROGRAM PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER

2001

| | | | |
|-----------|-------------|-------|-------|
| Asal | 07 NOV 2001 | Kelas | 534.5 |
| Terima | | | SUG |
| No. Induk | 10236925 | | P |

5

HALAMAN MOTTO

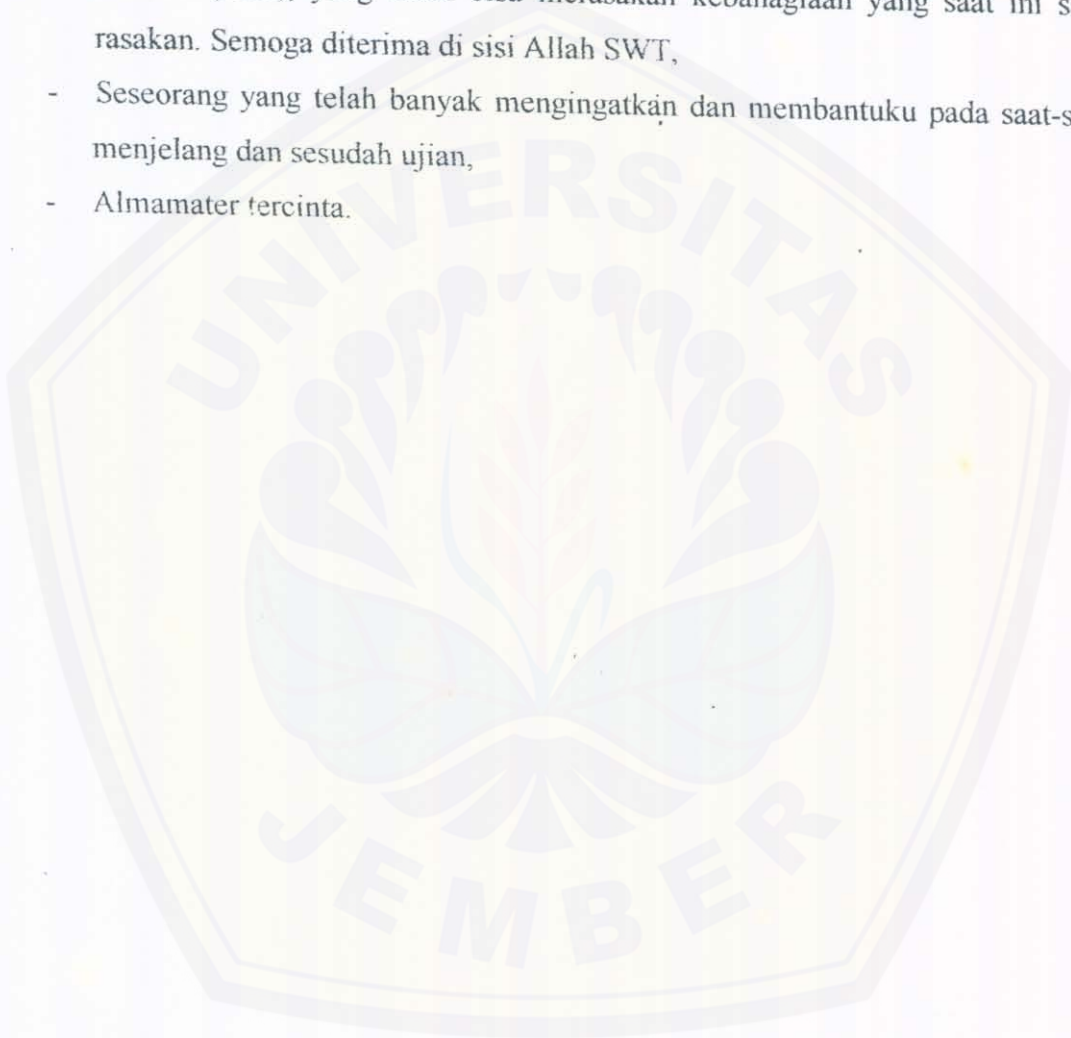


“Tak ada yang keliru Dia menciptakan sesuatu, hanya terkadang manusia tidak bisa mengambil hikmah dan tidak mampu memahami hakikat dibalik setiap peristiwa”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya tulis ini kupersembahkan dengan setulus hati kepada:

- Emakku atas do'a restu dan kasih sayangnya yang tiada berhingga,
- Bapakku atas cucuran keringat serta pengorbanan demi terselesainya kuliahku,
- Adikku (Alm), yang tidak bisa merasakan kebahagiaan yang saat ini saya rasakan. Semoga diterima di sisi Allah SWT,
- Seseorang yang telah banyak mengingatkan dan membantuku pada saat-saat menjelang dan sesudah ujian,
- Almamater tercinta.



HALAMAN PENGAJUAN

**Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Jumlah Lilitan Terhadap
Frekwensi Pada Vibrator Melde**


Diajukan Untuk Dipertahankan Didepan Tim Penguji Guna Menyelesaikan
Pendidikan Program Sarjana Strata Satu Jurusan pendidikan. Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Program Studi Pendidikan Fisika
Pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

Oleh:

Nama Mahasiswa : Sugiono
NIM : 970210102010
Tahun Angkatan : 1997
Tempat / Tgl Lahir : Situbondo, 10 Juni 1979

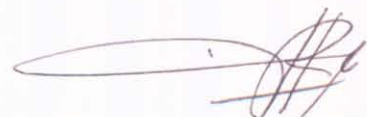
Disetujui

Pembimbing I



Drs. Trapsilo P., MSi
NIP: 131 660 790

Pembimbing II



Drs. Sri Handono BP., MSi
NIP: 131 476 895

HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan di depan tim penguji, dan diterima oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari : Sabtu
Tanggal : 20 Oktober 2001
Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua



Drs. Singgih B, M.Pd
NIP. 131 577 294

Sekretaris



Drs. Sri Handono BP, M.Si
NIP. 131 476 895

Anggota:

1. Drs. Trapsilo P, M.Si
NIP. 131 660 790

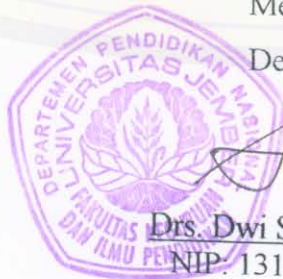


2. Drs. I Ketut Mahardika, M.Si
NIP. 131 899 599



Mengetahui,

Dekan FKIP



Drs. Dwi Suparno, M.Hum
NIP. 131 274 727

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat kepada kita, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "**Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Jumlah Lilitan Terhadap Frekwensi Getaran Pada Vibrator Melde**", yang disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana Jurusan Pendidikan MIPA Program Pendidikan Fisika pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. Selanjutnya dengan terselesainya skripsi ini, tidak berlebihan kiranya jika pada kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Jember
2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember
3. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA
4. Ketua Program Pendidikan Fisika
5. Dosen Pembimbing I dan pembimbing II yang telah banyak memberikan pengarahan dan saran dalam menyusun skripsi
6. Teman-teman Energy Band, dan semua angkatan '97 serta adik-adik angkatan '98 dan '99 angkatan atas dorongan semangat dan persahabatannya selama ini.

Penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna dalam kehidupan ini, begitu juga karya tulis ini. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat kami harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jember, Oktober 2001

Penulis

DAFTAR ISI

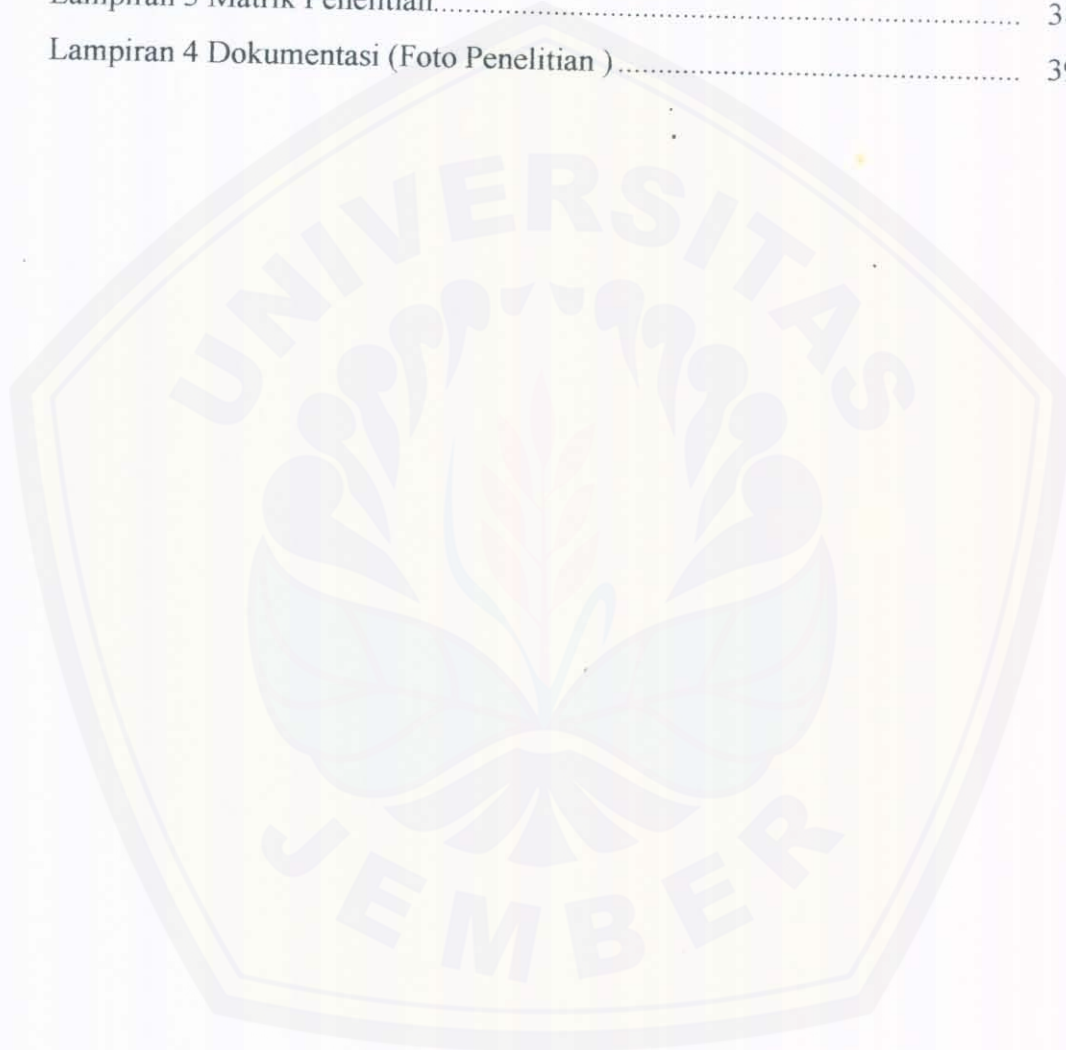
| | |
|---|-----|
| Halaman Judul..... | i |
| Halaman Motto..... | ii |
| Halaman Persembahan..... | iii |
| Halaman Pengajuan..... | iv |
| Halaman Pengesahan..... | v |
| Kata Pengantar..... | vi |
| Daftar Isi..... | vii |
| Daftar Lampiran..... | ix |
| Daftar Tabel..... | x |
| Daftar Gambar..... | xi |
| Abstrak..... | xii |
| | |
| I. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Definisi Operasional Variabel..... | 3 |
| 1.5 Tujuan..... | 3 |
| 1.6 Manfaat..... | 3 |
| | |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Kuat Arus Listrik..... | 4 |
| 2.1.1 Arus Listrik Dalam Logam..... | 4 |
| 2.1.2 Gaya Magnet Pada Kawat Berarus Listrik..... | 7 |
| 2.1.3 Medan Magnet oleh Arus Listrik..... | 9 |
| 2.1.4 Solenoide..... | 10 |
| 2.1.5 Gaya Gerak Listrik (GGL) Induksi..... | 12 |
| 2.2 Getaran..... | 13 |
| 2.3 Vibrator Melde..... | 16 |
| 2.3.1 Prinsip Kerja Vibrator Melde..... | 16 |
| 2.3.2 Tinjauan Pada Kawat Vibrator..... | 16 |
| 2.3.3 Tinjauan Pada Tali..... | 19 |
| | |
| III. METODE PENELITIAN | |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 21 |
| 3.2 Desain Penelitian..... | 21 |
| 3.3 Alat dan Bahan..... | 21 |
| 3.4 Desain Alat..... | 21 |
| 3.5 Langkah Eksperimen..... | 22 |
| 3.6 Analisa Data..... | 22 |
| 3.6.1 Data Pengamatan..... | 22 |
| 3.6.2 Grafik..... | 23 |
| 3.6.3 Standard Error (SY)..... | 23 |
| 3.6.4 Koefisien Korelasi..... | 23 |

| | |
|------------------------------------|----|
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Alat Penelitian | 24 |
| 4.2 Data Hasil Penelitian | 24 |
| 4.3 Analisa Data | 24 |
| 4.3.1 Analisa Grafik..... | 25 |
| 4.3.2 Korelasi Product Moment..... | 26 |
| 4.3.3 Standard Error..... | 28 |
| 4.4 Pembahasan | 29 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 Kesimpulan..... | 34 |
| 5.2 Saran..... | 34 |
| DAFTAR PUSTAKA | 35 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1 Perhitungan Korelasi Product moment..... | 36 |
| Lampiran 2 Standard Error (SY)..... | 37 |
| Lampiran 3 Matrik Penelitian..... | 38 |
| Lampiran 4 Dokumentasi (Foto Penelitian)..... | 39 |



DAFTAR TABEL

| No. Tabel | Judul / Nama Tabel | Hal |
|-----------|--|-----|
| 1. | Konstanta elastisitas berbagai bahan | 17 |
| 2. | Besar nilai koefisien korelasi (r) dan interpretasinya | 23 |
| 3. | Data pengamatan untuk $N = 160$ lilitan | 24 |
| 4. | Data pengamatan untuk $N = 320$ lilitan | 24 |
| 5. | Data pengamatan untuk $N = 450$ lilitan | 24 |
| 6. | Data pengamatan untuk $N = 630$ lilitan | 24 |
| 7. | Data pengamatan untuk $I = 0.53$ Ampere | 25 |
| 8. | Data pengamatan untuk $I = 0.95$ Ampere | 25 |
| 9. | Data pengamatan untuk $I = 1.35$ Ampere | 25 |
| 10. | Data pengamatan untuk $I = 1.53$ Ampere | 25 |
| 11. | Korelasi Product Moment untuk $N = 160$ lilitan | 26 |
| 12. | Korelasi Product Moment untuk $N = 320$ lilitan | 26 |
| 13. | Korelasi Product Moment untuk $N = 450$ lilitan | 27 |
| 14. | Korelasi Product Moment untuk $N = 630$ lilitan | 27 |
| 15. | Korelasi Product Moment untuk $I = 0.53$ Ampere | 27 |
| 16. | Korelasi Product Moment untuk $I = 0.95$ Ampere | 27 |
| 17. | Korelasi Product Moment untuk $I = 1.35$ Ampere | 27 |
| 18. | Korelasi Product Moment untuk $I = 1.53$ Ampere | 28 |
| 19. | Kesalahan standard untuk $N = 160$ lilitan | 28 |
| 20. | Kesalahan standard untuk $N = 320$ lilitan | 28 |
| 21. | Kesalahan standard untuk $N = 450$ lilitan | 28 |
| 22. | Kesalahan standard untuk $N = 630$ lilitan | 28 |
| 23. | Kesalahan standard untuk $I = 0.53$ Ampere | 28 |
| 24. | Kesalahan standard untuk $I = 0.95$ Ampere | 28 |
| 25. | Kesalahan standard untuk $I = 1.35$ Ampere | 28 |
| 26. | Kesalahan standard untuk $I = 1.53$ Ampere | 28 |
| 27. | Korelasi Product Moment untuk berbagai variasi N dengan I | 30 |
| 28. | masing-masing antara $0.41 \text{ A} - 1.38 \text{ A}$ | |
| 29. | Korelasi Product Moment untuk berbagai variasi I dengan N masing-masing $160, 320, 450, 630$ lilitan | 31 |

DAFTAR GAMBAR

| No. Gambar | Judul / Nama Gambar | Hal |
|------------|--|-----|
| 1. | Kawat logam dialiri arus listrik | 6 |
| 2. | Arus dalam logam membawa muatan dq | 6 |
| 3. | Kawat ab dialiri arus listrik dalam pengaruh medan magnet B | 7 |
| 4. | Gaya pada kawat yang dialiri arus dalam medan magnet B | 8 |
| 5. | Kawat ab dialiri arus listrik terhadap titik P | 9 |
| 6. | Arah B oleh arus i dalam kawat lurus | 9 |
| 7a. | Bentuk solenoide dan garis induksi oleh arus dalam solenoide | 10 |
| 7b. | Penampang solenoide | 10 |
| 8. | Medan magnet B melalui luasan A | 12 |
| 9. | Grafik antara x, v dan a terhadap t untuk GHS | 15 |
| 10. | Vibrator Melde | 16 |
| 11. | Gelombang lintang pada batang yang terjepit | 17 |
| 12. | Gaya pada suatu bagian tali yang dipindahkan melintang | 19 |
| 13. | Desain penelitian | 21 |
| 14. | Desain alat | 21 |
| 15. | Flow chart langkah eksperimen | 22 |

ABSTRAK

Sugiono, Oktober 2001, Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Jumlah Lilitan terhadap Frekwensi Getaran Pada Vibrator Melde

Skripsi, Program Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Pembimbing : (I) Drs. Trapsilo P, MSi, (II) Drs. Sri Handono, BP, MSi.

Kata Kunci : Kuat Arus Listrik, Jumlah Lilitan, Frekwensi Getaran, Vibrator Melde

Vibrator Melde merupakan alat yang dapat menghasilkan getaran berbentuk gelombang stasioner. Pada dasarnya vibrator melde ini memanfaatkan prinsip induksi magnetik yang dihasilkan oleh suatu solenoide yang dialiri arus listrik. Hal ini berarti, dengan mengganti besarnya kuat arus listrik dan jumlah lilitan, maka akan mempengaruhi frekwensi getaran yang dihasilkan. Oleh karena itulah permasalahan dalam penelitian ini adalah seberapa besar pengaruh kuat arus listrik dan jumlah lilitan terhadap frekwensi getaran pada vibrator melde. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kuat arus listrik dan jumlah lilitan terhadap frekwensi getaran pada vibrator melde. Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat untuk menambah pengetahuan dan pemahaman terutama konsep medan magnet dan gelombang yang nantinya bisa diterapkan dalam praktikum maupun eksperimen fisika. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Dengan menggunakan variasi jumlah lilitan dalam penelitian ini adalah 160 lilitan, 320 lilitan, 450 lilitan, 630 lilitan. Sedangkan variasi kuat arus listrik sebesar 0.53 A, 0.95 A, 1.35 A dan 1.53 A. selanjutnya data yang didapat dianalisis statistik dengan grafik dan korelasi product moment. Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa:

1. a. Kuat arus listrik berkorelasi negatif terhadap frekwensi getaran yang dihasilkan. Hal ini berarti bahwa semakin besar kuat arus listrik (I) maka frekwensi (f) getaran yang dihasilkan pada vibrator melde semakin kecil.
- b. Kuat arus listrik yang mempunyai pengaruh sangat signifikan adalah pada $I = 0.95$ A. hal ini berarti bahwa arus efektif untuk $N = 160$ lilitan, 320 lilitan, 450 lilitan dan 630 lilitan adalah sebesar $I = 0.95$ A.
2. Jumlah lilitan berkorelasi negatif terhadap frekwensi getaran yang dihasilkan. Identik dengan kuat arus (I), maka semakin besar jumlah lilitan, frekwensi (f) getaran yang dihasilkan pada vibrator melde semakin kecil. Hal ini diperkuat dengan uji kesignifikasian yang menunjukkan bahwa semakin besar jumlah lilitan, harga r_{xy} yang dihasilkan juga semakin besar.

Masih ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dan dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut agar tingkat kesalahan bisa ditekan sekecil mungkin, diantaranya : jumlah lilitan serta selisih variasi jumlah lilitan pada solenoide diperbesar, penyangga pada beban supaya dibuat lebih licin, sehingga gaya tegangan pada tali betul-betul hanya dipengaruhi oleh massa beban, dan lainnya.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fisika merupakan salah satu ilmu pengetahuan alam (IPA) yang dapat dipandang dari dua dimensi, yaitu dimensi proses dan dimensi produk. Dimensi proses adalah cara atau bagaimana ilmu fisika itu diperoleh. Dimensi ini mencakup berbagai aspek ilmiah yang berupa pengamatan, pengukuran, analisis dan generalisasi sehingga diperoleh pengetahuan baru tentang fisika. Dimensi produk adalah hasil dari serangkaian proses dalam rangka memperoleh pengetahuan baru. Dimensi ini biasanya merupakan hasil aplikasi dari berbagai pengetahuan dasar yang berupa konsep, hukum serta teori fisika yang membentuk satu kesatuan.

Dalam rangka mengembangkan ilmu fisika, perlu dirancang berbagai jenis eksperimen. Metode seperti ini biasanya dilakukan untuk memperoleh batasan-batasan baru tentang gejala fisika. Namun tidak sedikit pula metode ini dipergunakan untuk membuktikan kebenaran daripada hukum-hukum fisika, bahkan lebih jauh lagi bisa digunakan untuk menciptakan suatu produk tertentu untuk kepentingan dan kesejahteraan umat manusia.

Elektromagnet merupakan salah satu konsep dalam ilmu fisika yang banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Seperti diantaranya generator, motor listrik, bel listrik, relay magnet dan sebagainya. Bahkan elektromagnet dapat juga digunakan dalam penelitian spektroskopi guna penentuan struktur atom atau molekul dalam suatu bahan (Sutrisno, 1983 : 104).

Elektromagnet erat kaitannya dengan kuat arus listrik. Apabila arus listrik dialirkan pada suatu kawat penghantar, maka akan menimbulkan medan magnet dalam ruangan di sekitar kawat. Medan magnet tersebut dapat mempengaruhi benda bermuatan yang ada di sekitarnya.

Medan magnet yang ditimbulkan oleh suatu penghantar saja akan menghasilkan medan magnet yang lemah. Maka, untuk mendapatkan medan magnet yang lebih kuat, kita dapat membuat banyak lilitan sehingga menjadi sebuah kumparan. Dengan demikian medan magnet yang dihasilkan oleh suatu

lilitan akan diperkuat oleh lilitan lainnya. Kumparan yang panjang tersebut kita sebut solenoide. Bila kumparan berisi udara menghasilkan medan magnet yang terlalu lemah maka perlu diisi dengan besi atau bahan sejenis sehingga mampu menghasilkan medan yang jauh lebih besar (Kanginan, M., 1990 : 72).

Vibrator Melde merupakan suatu alat yang memanfaatkan prinsip induksi magnetik yang dihasilkan oleh suatu solenoide. Secara sederhana prinsip kerja dari vibrator Melde ini adalah memanfaatkan arus bolak-balik yang dialirkan pada pada suatu solenoide, sehingga akan dihasilkan medan magnet bolak-balik yang dapat menggetarkan vibrator (kawat) yang dipasang melalui (di tengah-tengah) solenoide tersebut.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis berkeinginan untuk mengadakan penelitian untuk mengetahui pengaruh kuat arus listrik dan jumlah lilitan terhadap frekwensi getaran pada Vibrator Melde.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini, adalah :

1. Seberapa besar pengaruh kuat arus listrik terhadap frekwensi getaran pada Vibrator Melde
2. Seberapa besar pengaruh jumlah lilitan terhadap frekwensi getaran pada Vibrator Melde

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan dalam penelitian ini tidak terlalu meluas, maka perlu batasan permasalahan. Adapun batasan dalam penelitian ini adalah :

1. Kuat arus listrik yang digunakan adalah arus listrik bolak-balik (AC) sebesar 0.53 A, 0.95 A, 1.35 A, 1.53 A.
2. Jumlah lilitan yang digunakan 160, 320, 450, 630 dengan panjang dibuat tetap sebesar $3 \cdot 10^{-2}$ meter.

1.4 Definisi Operasional Variabel

1. Kuat arus listrik

Yaitu aliran elektron bebas yang bermuatan negatif dalam tiap satuan waktu (Sutrisno & Tan Ik Gie, 1983 : 59). Dalam penelitian ini digunakan arus AC (arus bolak-balik) yang diambil langsung dari PLN yang diturunkan beda potensialnya dengan menggunakan transformator step down.

2. Jumlah lilitan

Yaitu banyaknya lilitan kawat yang membentuk suatu kumparan yang selanjutnya dikenal dengan selenoide ((Kanginan, M., 1990 : 72). Dalam penelitian ini jari-jari selenoide dibuat tetap yaitu sebesar 0,01 meter.

3. Frekwensi getaran

Yaitu banyaknya getaran tiap satu satuan waktu (Zemansky & sears, 1994 : 267). Jika dalam waktu satu detik benda melakukan getaran sebanyak N kali, maka besarnya frekwensi getaran adalah N/t (det). Dimana $1/\text{detik} = 1 \text{ Hz}$ (detik).

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Ingin mengetahui seberapa besar pengaruh kuat arus listrik terhadap frekwensi getaran pada Vibrator Melde.
2. Ingin mengetahui seberapa besar pengaruh jumlah lilitan terhadap frekwensi getaran pada Vibrator Melde.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk :

1. Memberikan wawasan kepada mahasiswa program studi pendidikan fisika khususnya, untuk dapat mengaplikasikan teori-teori dan hukum-hukum fisika dalam kehidupan sehari-hari.
2. Dapat dijadikan sebagai tambahan bahan praktikum khususnya konsep getaran dan gelombang serta listrik magnet.
3. Lebih mengoptimalkan peralatan yang ada di laboratorium pendidikan fisika.

Digital Repository Universitas Jember

4. Siswa maupun mahasiswa lebih tertarik untuk mempelajari fisika dengan mengaplikasikan secara langsung teori-teori sehingga merasakan belajar lebih bermakna.
5. Menumbuh kembangkan cara berpikir logis, sistematis dan kritis.



II. TINJAUAN PUSTAKA

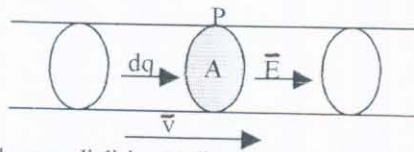
2.1 Kuat Arus Listrik

Arus listrik terdiri dari aliran elektron bebas yang bermuatan negatif (Sutrisno & Tan Ik Gie, 1983 : 59). Gerakan muatan listrik yang terus menerus menghasilkan arus listrik dan proses pemindahan muatan disebut konduksi listrik (Loeksmanto, 1993 : 8).

“Dalam kehidupan sehari-hari dijumpai dua macam arus listrik; yaitu arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). Arus disebut searah jika perpindahan elektron-elektron menuju hanya ke satu jurusan selama jangka waktu peninjauan. Contoh penggunaan arus searah adalah pada elemen kering, accu, sel volta, baterai dan sebagainya. Arus disebut arus bolak-balik bila kawatan elektron berpindah dalam dua arah yang selalu bergantian dalam jangka waktu tetap, sepanjang waktu peninjauan. Contoh arus bolak-balik adalah aliran listrik dari PLN. Selama jangka waktu 1/100 detik, muatan listrik atau kawatan elektron-elektron yang dalam arah sebaliknya adalah arus listrik yang mengalir ke satu arah mulai harga nol sampai keharga tertinggi dan diakhiri harga nol lagi. Pada 1/100 detik kedua, elektron ini berganti arah 180°, meningkat dari harga nol menuju harga terendah dan diakhiri dengan harga nol lagi. Dalam 1/100 detik ketiga muatan listrik bergerak ke arah yang sama dengan harga pertama, sedangkan pada 1/100 yang keempat muatan tersebut mengulangi arah yang sama 1/100 yang kedua demikianlah seterusnya. Jadi, selalu terdapat ulangan (frekwensi) waktu dan pergantian arah. Karena elektron-elektron itu secara lahir berprilaku bolak-balik dalam gerakannya, maka arus listrik yang ditimbulkannya di sebut arah bolak-balik “ (Harahap, 1996 : 319).

2.1.1 Arus Listrik Dalam Logam

Kita tinjau suatu kawat dengan arus listrik yang bertahan karena pengaruh medan listrik dalam kawat. Sehubungan dengan aliran listrik, orang menggunakan pengertian arus listrik untuk menyatakan banyaknya muatan yang mengalir tiap satuan waktu.



Gbr.1 Kawat dalam logam dialiri arus listrik. E adalah kuat medan, A luas penampang di titik P , dq adalah jumlah muatan yang melalui A dalam waktu dt

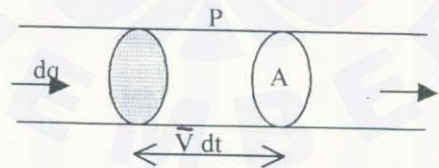
Gambar.1 melukiskan suatu kawat logam dengan medan listrik berkekuatan E di dalamnya. Walaupun di dalam logam, yang mengalir adalah elektron bebas yang bermuatan negatif, sudah menjadi kebiasaan orang untuk menyatakan arah arus listrik berlawanan dengan gerak muatan negatif (elektron). Gambar tersebut juga melukiskan muatan positif dq melalui suatu penampang pada titik P . muatan dq ini memerlukan waktu dt untuk menyeberang muatan di P , sehingga sesuai dengan definisi kuat arus listrik diatas dapat dituliskan :

$$i = \frac{dq}{dt} \dots\dots\dots 1)$$

Dari persamaan 1) diatas nyata bahwa satuan arus listrik ialah Cs^{-1} . Satuan ini disebut *Ampere* (A). jadi

$$1 Cs^{-1} = 1 A$$

karena muatan elektron $1,6 \times 10^{-19}$, arus 1 A membawa sebanyak kira-kira 6×10^{18} elektron tiap detik.



Gbr.2 Arus dalam logam membawa muatan dq Melalui titik P dalam dt . Laju gerak pembawa muatan adalah v , dan luas penampang adalah A .

Pada gambar.2, bila jumlah muatan tiap satuan volume adalah n , dan muatannya e , maka rapat muatan bebas dalam logam ialah $\rho = n e$. Misalkan pada suatu tempat laju gerak rata-rata pembawa muatan adalah v , maka dalam waktu dt muatan akan bergerak sejauh $v dt$. Bila penampangnya A , volum yang disapu pembawa muatan dalam waktu dt adalah :

$$dV = A v dt$$

Jelaslah $dq = \rho dV = (n e) A v dt$, sehingga arus

$$i = \frac{dq}{dt} = n e A v \quad \dots\dots\dots 2)$$

Persamaan 2) menyatakan bahwa arus listrik pada suatu titik pada kawat bergantung pada luas penampang. Agar tak perlu menyatakan luas penampang, kita definisikan *rapat arus j* sebagai :

$j = \frac{i}{A}$, dan dari persamaan 2) diperoleh :

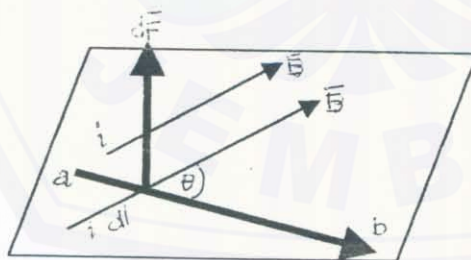
$$j = n e v \quad \dots\dots\dots 3)$$

Jadi, rapat arus sebanding dengan laju rata-rata pembawa muatan v .

(Sutrisno & Tan Ik Gie, 1983 : 61-62)

2.1.2 Gaya Magnet Pada Kawat Berarus Listrik

Suatu kawat yang dialiri arus listrik berisi muatan yang bergerak. Akibatnya bila diletakkan dalam medan magnet, suatu kawat berarus akan mendapatkan gaya. Peristiwa ini merupakan dasar motor listrik dan meter kumparan berputar, misalnya amperemeter, voltmeter dan sebagainya.



Gbr.3 Kawat ab dialiri arus i dalam ruang dengan medan magnet B

Kita tinjau sebuah kawat dialiri arus i dan dipasang dalam medan magnet (Gbr.3).

Bila arus dalam kawat bermuatan dq melalui suatu penampang dalam waktu dt , maka dalam kawat mengalir arus

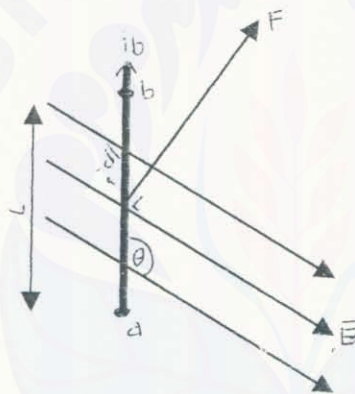
$$i = \frac{dq}{dt}$$

Gaya yang bekerja pada muatan dq yang mengalir dengan kecepatan v dalam medan magnet B adalah

$$dF = dq \vec{v} \times \vec{B} \quad \dots\dots\dots 4)$$

Bila kita substitusikan persamaan 1) ke persamaan 4) maka persamaan di atas menjadi :

$$\begin{aligned} dF &= i (\vec{v} dt) \times \vec{B} \\ dF &= i d\vec{l} \times \vec{B} \quad \dots\dots\dots 5) \end{aligned}$$



Gbr.4 Gaya yang bekerja pada kawat lurus dialiri arus i dalam medan magnet B

Persamaan 5) menyatakan gaya yang bekerja pada elemen panjang dl yang dilalui arus i dalam medan magnet B (Gbr.4). Bila kawat lurus, B tetap dan serba sama, sudut antara dl dan B tetap, besar gaya yang bekerja pada kawat menjadi

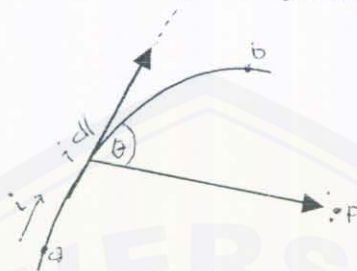
$$\begin{aligned} F &= i B \sin \theta \int dl \\ &= i B l \sin \theta \quad \dots\dots\dots 6) \end{aligned}$$

Arah gaya F tergantung pada arah arus (i) dan medan magnet (B).
(Sutrisno & Tan Ik Gie, 1983 : 84-85)

2.1.3 Medan Magnet Oleh Arus Listrik

Hukum Biot - Savart

Seutas kawat yang dilalui arus i dan ditinjau elemen sepanjang dl pada kawat, maka kita dapat menghitung besarnya induksi magnet pada posisi r relatif terhadap dl .



Gbr.5 Kawat ab dialiri arus i , titik P berada pada posisi r relatif terhadap dl

Induksi magnet di titik P oleh elemen arus $i dl$ adalah dB , maka berdasarkan hukum Biot-Savart berlaku :

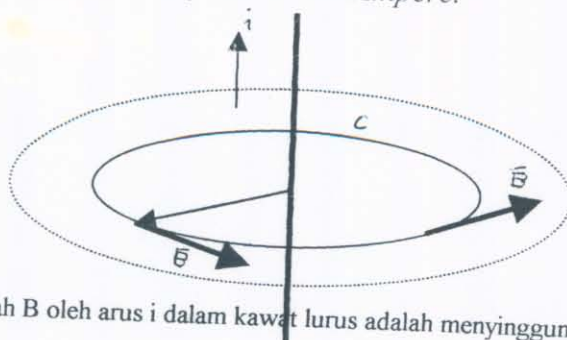
$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i \vec{dl} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{i \vec{dl} \times \hat{r}}{r^2} \dots\dots\dots 7)$$

μ_0 adalah suatu tetapan yang disebut *permiabilitas vakum*, dan r adalah vektor satuan pada arah r (Sutrisno & Tan Ik Gie, 1983 : 89).

Hukum Ampere

Dengan hukum Biot-Savart kita dapat menghitung induksi magnet B yang dihasilkan oleh arus listrik. Perhitungan dengan hukum ini seringkali sulit dilakukan. Untuk bentuk-bentuk tertentu induksi magnet B , dapat lebih mudah dihitung dengan hukum lain, yaitu *hukum Ampere*.



Gbr.6 Arah B oleh arus i dalam kawat lurus adalah menyinggung lingkaran

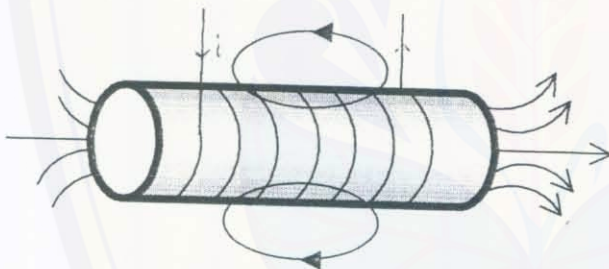
Misalkan kita mempunyai suatu lengkung tertutup C yang mengelilingi suatu kawat berarus i . Hukum Ampere menyatakan bahwa dalam ruang vakum, integral garis

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i \quad \dots\dots\dots 8)$$

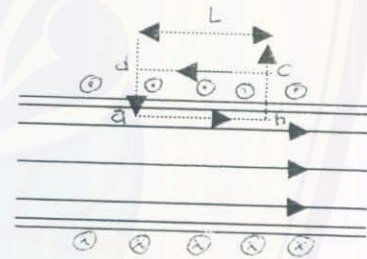
Disini elemen integrasi dl diambil pada lengkung tertutup C . Hukum Ampere mengingatkan kita pada hukum Gauss dalam membahas medan listrik. Hukum Ampere mempermudah perhitungan medan B untuk bentuk arus tertentu.

2.1.4 Solenoide

Solenoide bila dialiri arus listrik akan mempunyai medan magnet, dengan garis induksi seperti gambar 7.



Gbr.7 a. Bentuk solenoide dan garis induksi oleh arus dalam solenoide



Gbr.7 b. Penampang solenoide, abcde adalah lengkungan tertutup untuk menghitung induksi magnetik

Pada gambar tampak bahwa induksi magnet pada bagian tengah solenoide serba sama. Ini dilukiskan dengan garis induksi yang sejajar dan berjarak sama. Pada bagian tepi induksi magnet tidak homogen, hal ini ditandai dengan garis induksi yang menyebar. Pada bagian tengah dilukiskan garis induksi yang menyatakan kebocoran induksi magnet. Bila solenoide panjang sekali, induksi magnet dibagian tengah solenoide dapat kita anggap serba sama. Bila lilitan cukup rapat kebocoran dapat kita abaikan, sehingga induksi magnet di luar kumparan dianggap nol. Untuk menghitung besarnya induksi magnet dalam solenoide, kita gunakan hukum Ampere. Hukum Ampere menyatakan :

$$\oint_{abcd} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i \quad ; i = \text{arus yang terkandung dalam lengkungan } abcd.$$

$$\oint_{abcd} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint_{ab} \vec{B} \cdot d\vec{l} + \oint_{bc} \vec{B} \cdot d\vec{l} + \oint_{cd} \vec{B} \cdot d\vec{l} + \oint_{da} \vec{B} \cdot d\vec{l} \dots\dots\dots 9)$$

$$\oint_{bc} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint_{da} \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0 \quad ; \text{ karena pada } bc \text{ dan } da \text{ tegak lurus } B.$$

$$\oint_{cd} \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0 \quad ; \text{ karena pada } cd \text{ induksi magnet nol. Sehingga diperoleh :}$$

$$\oint_{abcd} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint_{ab} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int_{ab} \vec{B} \cdot d\vec{l} \quad ; l \text{ adalah panjang garis } ab.$$

Karena pada ab , B sejajar dl ; sehingga sudut antara B dan dl yaitu $\theta = 0$.

$$\vec{B} \cdot d\vec{l} = B \cdot dl \cos \theta = B \cdot dl$$

Selanjutnya karena induksi magnet B homogen, diperoleh :

$$\oint_{abcd} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int_{ab} \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \int_{ab} dl = B l \dots\dots\dots 10)$$

Arus i yang terkandung dalam lengkungan $abcd$ dapat ditentukan, yaitu bila sepanjang seluruh solenoide terdapat N buah lilitan sama rapat, dan tiap lilitan dilalui arus I , maka arus tiap satuan panjang solenoide ialah NI/L . Karena lengkungan ab mempunyai panjang l , arus i yang terkandung di dalamnya ialah

$$i = \frac{N I l}{L} \dots\dots\dots 11)$$

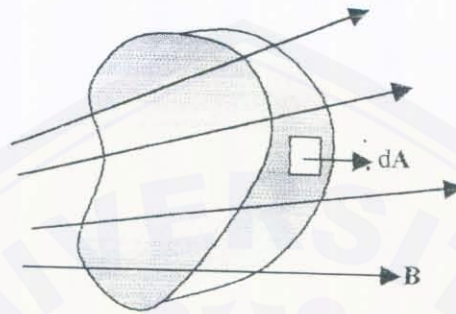
dengan demikian induksi magnet dalam solenoide mempunyai harga :

$$B = \mu_0 \frac{N I}{L} \dots\dots\dots 12)$$

(Sutrisno & Tan Ik Gie, 1983 : 102-103)

2.1.5 Gaya Gerak Listrik (GGL) Induksi

Gaya gerak listrik (GGL) induksi terjadi apabila fluks atau garis induksi medan magnet berubah dengan waktu. Peristiwa semacam ini dijelaskan secara kuantitatif dengan *hukum induksi Faraday*.



Gbr. 8 Medan magnet **B** melalui luasan **A** menghasilkan fluks magnetik melalui permukaan. Elemen luasan **dA** dinyatakan dengan vektor.

Fluks magnetik yang melalui suatu permukaan didefinisikan sebagai :

$$\Phi = \int B \, dA \quad \dots\dots\dots 13)$$

dimana dA adalah suatu elemen luas permukaan. Jika B membentuk sudut tertentu maka fluks dapat ditulis :

$$\Phi = BA \cos\theta \quad \dots\dots\dots 14)$$

dimana θ adalah sudut antara bidang normal permukaan dan arah medan B yang besarnya ωt . Hukum Faraday menyatakan bahwa, "*The induced electro magnetic field is equal to the negative of rate at which the magnetic flux through the circuit is changing with time*" (Halliday-Resnick-Krane, 1994 : 784). Secara matematis hukum Faraday dapat dinyatakan :

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} \quad \dots\dots\dots 15)$$

Jika terdapat N buah lilitan maka ggl imbas yang dihasilkan adalah :

$$\begin{aligned}\varepsilon &= -N \frac{d\Phi}{dt} \\ &= + N B A \omega \sin \omega t\end{aligned}$$

Pada ε_{Max} , maka $\sin \omega t = 1$, sehingga persamaan 16) menjadi

$$\varepsilon_{\text{Max}} = N B A \omega \dots\dots\dots 16)$$

dengan mensubstitusikan persamaan 12) dan $\omega = 2\pi f$ maka didapatkan untuk harga frekwensi sebesar

$$f = \frac{\varepsilon \ l}{\mu_o N^2 i A 2\pi} \dots\dots\dots 17)$$

2.2 Getaran

Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas dapat bergetar (Prasetio, L.,dkk. 1992 : 1). Benda dikatakan bergetar jika gerakannya adalah bolak-balik pada lintasan yang sama. Satu getaran (Vibrasi) atau osilasi adalah satu gerak pulang pergi (Sutrisno, 1997 : 68). Gerakan bolak balik tersebut dapat terjadi secara teratur, seperti bandul lonceng misalnya, tetapi dapat pula terjadi secara tak teratur misalnya seperti yang terjadi pada peristiwa gempa bumi.

Getaran pada jembatan atau bangunan bertingkat dapat menyebabkan kerusakan atau malapetaka, namun getaran pada roda atau kristal quartz dapat dimanfaatkan untuk mengukur waktu.

Setiap gerakan yang berulang dalam selang waktu T yang sama disebut gerak periodik. Selang waktu T sendiri disebut periode. Jadi, pada getaran (merupakan salah satu gerak periodik) periode menyatakan waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran lengkap (Prasetio, L.,dkk. 1992 : 1). Frekwensi getaran f adalah jumlah vibrasi dalam satu satuan waktu. Jadi frekwensi adalah kebalikan dari periode,

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{atau} \quad T = \frac{1}{f} \quad (\text{Zemansky-Sears, 1994:268})$$

Bila jumlah getaran itu dihitung per satu detik maka digunakan satuan Hz (Hertz, mengikuti nama fisikawan Jerman Heinrich Hertz). Jadi, 1 Hz ekuivalen dengan satu getaran perdetik (Prasetio, L.,dkk. 1992 : 1).

Posisi saat dimana resultan gaya pada benda sama dengan nol, disebut posisi setimbang. Simpangan (linear atau sudut) adalah jarak (linear atau sudut) dari partikel beresilasi dari keadaan setimbang. Amplitudo gerak yaitu A, adalah simpangan maksimum yang dicapai pada saat benda beresilasi (Sutrisno, 1997: 68).

Persamaan getaran harmonis sederhana

Ada bermacam-macam getaran. Getaran yang paling sederhana dan akan dipakai untuk menjelaskan berbagai konsep getaran adalah getaran harmonis sederhana.

Dari hukum Hooke didapatkan besarnya gaya pemulih (*restoring force*) adalah :

$$F(x) = -kx \quad \dots\dots\dots 18)$$

Dari hukum II Newton, didapatkan :

$$F(x) = m \ddot{x} \quad \dots\dots\dots 19)$$

Substitusi persamaan 17) ke 18)

$$m \ddot{x} = -kx$$

$$\ddot{x} = -\frac{k}{m}x$$

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0 ; \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \dots\dots\dots 20)$$

ruas kiri dan ruas kanan dikalikan $2 \dot{x}$, sehingga didapat :

$$2\dot{x}\ddot{x} = -2\omega_0^2 x\dot{x} \quad \text{diintegalkan, didapat :}$$

$$\dot{x}^2 = -\omega_0^2 x^2 + C ;$$

dimana C = konstanta, pada saat $\dot{x} = 0$, maka $x = A$ sehingga $C = \omega_0^2 A^2$, jadi :

$$\dot{x}^2 = \omega_0^2 (A^2 - x^2) \quad \dots\dots\dots 21)$$

dengan memisahkan variabel, maka didapat :

$$\int \frac{dx}{\sqrt{A^2 - x^2}} = \omega_0 \int dt \quad \dots\dots\dots 22)$$

hasil pengintegralan persamaan ini didapatkan :

$$\sin^{-1}\left(\frac{x}{A}\right) = \omega_0 t + \phi \quad \text{atau} \quad x = A \sin(\omega_0 t + \phi) \quad \dots\dots\dots 23)$$

pada keadaan maksimum $t = T_0$ sehingga :

$$\omega_0 T_0 = 2\pi \quad \dots\dots\dots 24)$$

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \dots\dots\dots 25)$$

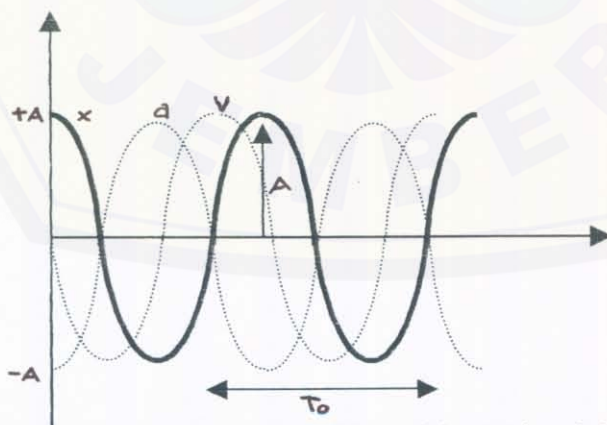
$$f = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \dots\dots\dots 26)$$

Dari persamaan 18) dapat dicari persamaan kecepatan dan percepatan :

$$v = \dot{x} = \omega_0 A \cos(\omega_0 t + \phi) \quad \dots\dots\dots 27)$$

$$a = \ddot{x} = -\omega_0^2 A \sin(\omega_0 t + \phi) \quad \dots\dots\dots 28)$$

Apabila diplot antara x , v , a terhadap t untuk gerak harmonis adalah :

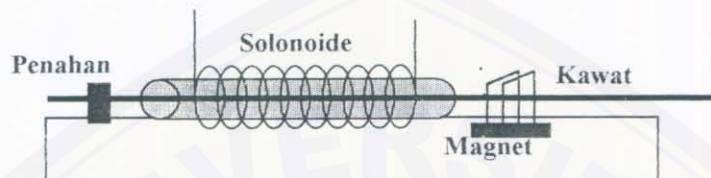


Gbr.9 Grafik antara x , v dan a terhadap t untuk gerak harmonis sederhana (Arya,Atam P. 1990:55-58)

2.3 Vibrator Melde

2.3.1 Prinsip Kerja Vibrator Melde

Untuk lebih mudah memahami aplikasi prinsip induksi magnet yang dimanfaatkan sebagai vibrator, perhatikan gambar (gbr.10). peralatan yang dipakai pada vibrator melde yang penting, secara sederhana adalah solenoide yang dililitkan pada kolong besi, kawat penggetar dan magnet.



Gbr.10 Vibrator Melde

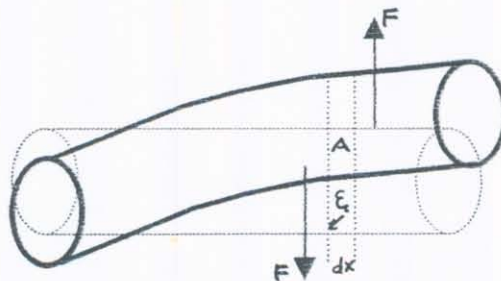
Kalau lilitan pada solenoide dihubungkan pada sumber tegangan bolak-balik, maka akan ada arus listrik bolak-balik yang mengalir melalui kumparan tersebut. Akibatnya terjadi induksi magnetik pada bagian dalam solenoide, hal ini akan menggetarkan kawat yang dipasang melalui sumbu bagian dalam solenoide tersebut. Getaran ini diperkuat oleh magnet tetap yang ada diluar solenoide sehingga getaran bertambah besar. Getaran ini akan membentuk suatu gelombang dengan frekwensi tertentu yang akan diteliti dalam penelitian ini.

2.3.2 Tinjauan Pada Kawat Vibrator

Gelombang Elastik Pada Batang Padat

Jika pada ujung sebuah batang padat (dalam hal ini adalah kawat) ditimbulkan usikan atau gangguan, katakanlah gangguan itu dapat berupa pukulan memamakai palu atau berupa medan elektromagnetik, maka gangguan itu akan merambat melintasi ruang dan mengacaukan kondisi statis di tempat lain (Alonso, M & Edward J. Finn, 1994 : 231). Suatu gelombang elastis telah dirambatkan sepanjang kawat itu.

Pada bagian ini kita akan meninjau gelombang elastik ini dan menunjukkan bagaimana kecepatan rambatnya terkait dengan sifat-sifat fisis kawat tersebut.



Gbr.11 Gelombang lintang atau gelombang geser pada batang yang terjepit

Sebatang kawat yang dalam keadaan tak terdistorsi diwakili oleh garis putus-putus (*dashed*) apabila kita getarkan kawat dengan cara memukulnya secara melintang, maka pada saat tertentu batang itu mengambil bentuk garis lengkung tebal dan kita dapat mengasumsi bahwa setiap batang itu bergerak naik dan turun tanpa gerak horizontal. Perpindahan lintang suatu bagian dx pada saat tertentu disebut ξ . perpindahan ini juga harus merupakan fungsi dari posisi, karena kalau pemindahan itu konstan, maka pemindahan itu akan terkait dengan pemindahan batang yang sejajar. Besaran $\gamma = \partial\xi/\partial x$ merupakan perubahan pemindahan lintang per satuan panjang batang, disebut sebagai *regangan geser*.

Sebagai hasil perubahan bentuk (deformasi), setiap bagian tebal dx terkena gaya F dan F' yang saling berlawanan. Gaya ini bersinggungan dengan permukaan yang besarnya $\mathcal{T} = F/A$, dinyatakan sebagai tegangan geser.

Berdasarkan hukum Hooke, terdapat kaitan antara tegangan geser dan regangan geser yang diberikan oleh

$$\mathcal{T} = G \gamma \quad \dots\dots\dots 29)$$

dimana G adalah koefisien karakteristik bahan dan dinamakan modulus geser.

Tabel 1. Konstanta elastisitas berbagai bahan (10^{11} Pa)

| Bahan | Y (Modulus Young) | K (Modulus Bulk) | G (Modulus Geser) |
|-----------|----------------------|---------------------|----------------------|
| Aluminium | 0.70 | 0.61 | 0.24 |
| Tembaga | 1.25 | 1.31 | 0.46 |
| Besi | 2.06 | 1.13 | 0.82 |
| Timbel | 0.61 | 0.33 | 0.054 |
| Nikel | 2.1 | 1.64 | 0.72 |
| Baja | 2.0 | 1.13 | 0.80 |

(Alonso, M. and Edward J. Finn, 1994 : 242)

dengan mensubstitusikan persamaan $Y = \partial\xi/\partial x$ dan $\mathcal{T} = F/A$ ke persamaan 29) didapatkan persamaan :

$$F = AG \frac{\partial \xi}{\partial x} \dots\dots\dots 30)$$

Resultan gaya adalah sebesar $F - F' = dF = (\partial F/\partial x)dx$. Jika ρ adalah kerapatan bahan maka massa bagian tersebut adalah $\rho A dx$ sehingga persamaan gerak pada arah lintangnya adalah :

$$\frac{\partial F}{\partial x} dx = (\rho A dx) \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} \dots\dots\dots 31)$$

$$\frac{\partial F}{\partial x} = (\rho A) \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} \dots\dots\dots 32)$$

dengan menurunkan persamaan 30) terhadap x didapatkan :

$$\frac{\partial F}{\partial x} = AG \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} \dots\dots\dots 33)$$

persamaan 32) dikombinasikan dengan persamaan 31) sehingga memberikan persamaan gelombang untuk bidang elastik sebagai berikut :

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = \frac{G}{\rho} \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} \dots\dots\dots 34)$$

Persamaan ini serupa dengan persamaan diferensial gerak gelombang, sehingga kita dapat mengambil kesimpulan bahwa bidang perubahan bentuk ξ merambat sepanjang batang dengan kecepatan fase :

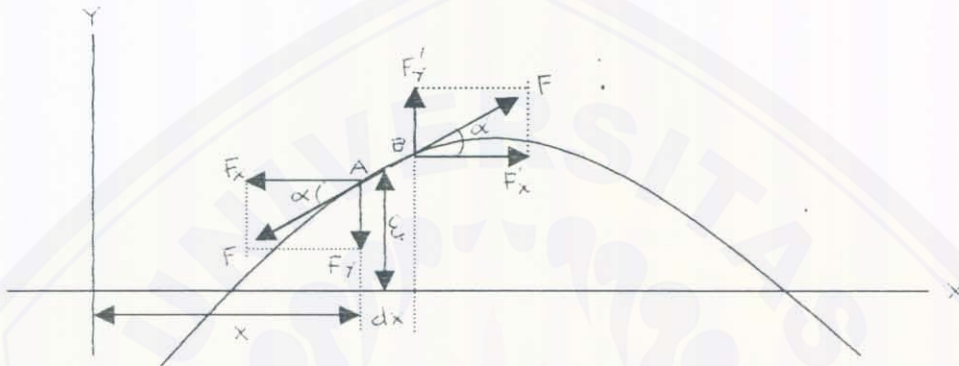
$$v = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \dots\dots\dots 35)$$

(Alonso, M. and Edward J. Finn, 1994 : 250-251)

2.3.3 Tinjauan Pada Tali

Gelombang Lintang Pada Tali

Pada bagian ini kita akan meninjau sebuah tali yang terkena tegangan F . Pada keadaan setimbang, tali tersebut lurus. Andaikan ada suatu gaya luar yang menyebabkan tali itu berpindah ke samping atau tegak lurus terhadap panjangnya seperti pada gambar 11.



Gbr. 12 Gaya pada suatu bagian tali yang dipindahkan melintang

Suatu bagian AB pada tali dengan panjang dx yang telah dipindahkan dengan suatu jarak ξ dari posisi setimbangnya. Pada setiap ujung bagian AB bekerja gaya F . Komponen Y adalah sebesar $F_{y'} = F \sin \alpha'$ dan $F_y = -F \sin \alpha$, sehingga resultan gaya normal pada bagian tali AB adalah

$$F_y = F (\sin \alpha' - \sin \alpha) \dots\dots\dots 36)$$

Jika lengkung tali itu tidak terlalu besar, maka sudut α dan α' hanya kecil, dan sinusnya dapat diganti oleh tangen. Sehingga gaya lintang ada komponen Y :

$$F_y = F (\tan \alpha' - \tan \alpha) \dots\dots\dots 37)$$

Yang juga dapat ditulis sebagai

$$F_y = F d(\tan \alpha') = F \partial/\partial x(\tan \alpha) dx \dots\dots\dots 38)$$

Dimana turunan parsial yang akan dipakai karena $\tan \alpha$ adalah lereng tali yang setara dengan $\partial \xi / \partial x$. Sehingga

$$F_y = F \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right) dx = F \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} dx \quad \dots\dots\dots 39)$$

Gaya ini harus setara dengan massa bagian AB dikalikan percepatan naik $\partial^2 \xi / \partial t^2$. Andaikan μ adalah kerapatan linear, atau massa per satuan panjang (Kg/m), maka massa bagian AB itu adalah μdx , sehingga menurut hukum II Newton, persamaan gerak ditulis :

$$(\mu dx) \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} dx = F \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} dx \quad \dots\dots\dots 40)$$

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} dx = \frac{F}{\mu} \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} \quad \dots\dots\dots 41)$$

sehingga dari persamaan umum gerak gelombang dapat kita katakan bahwa suatu gangguan lintang pada seutas tali merambat sepanjang tali dengan kecepatan :

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \dots\dots\dots 42)$$

dimana F = gaya tegangan tali

μ = kerapatan linear tali (massa persatuan panjang)

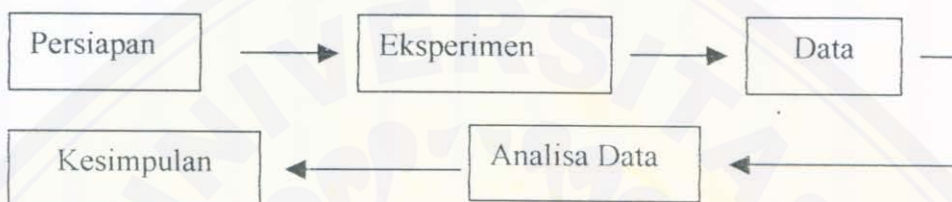


III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat : Laboratorium Mekanika dan Gelombang Program Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember
 Waktu : Bulan Agustus - September 2001

3.2 Desain Penelitian



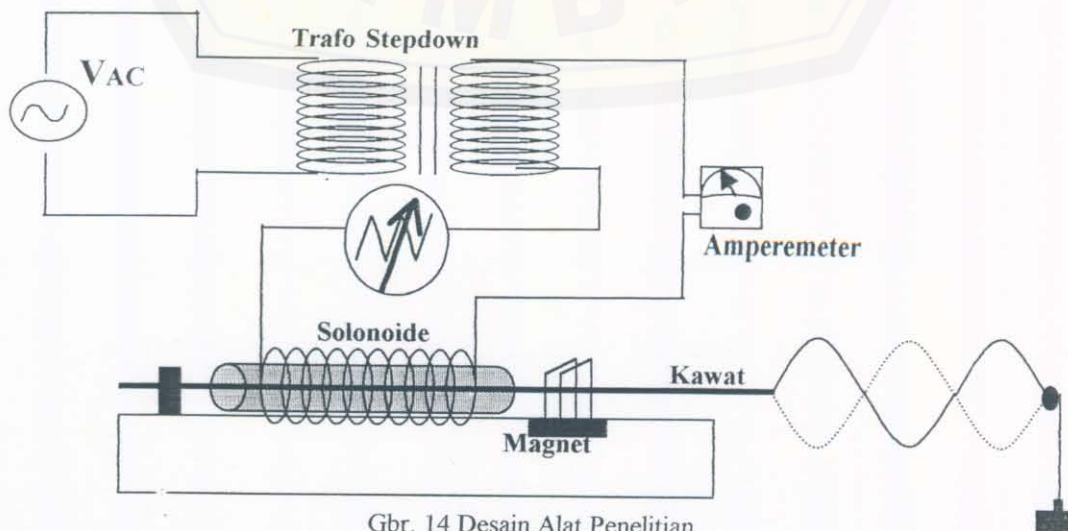
Gbr. 13 Desain Penelitian

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

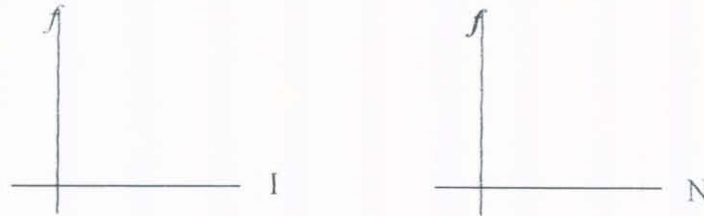
- Kabel dan penjepit
- Sumber tegangan AC
- Trafo Step down
- Solenoide
- Variabel Resistor
- Kolong solonoide
- Papan penyangga
- Magnet tetap
- Kawat penggetar (Vibrator)
- Besi pengapit

3.4 Desain Alat



Gbr. 14 Desain Alat Penelitian

3.6.2 Grafik



3.6.3 Standard Error (SY)

Untuk mengetahui penyimpangan standard dari harga-harga variabel bebas digunakan *Standard Error* :

$$SY = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{(n-1)}}$$

3.6.4 Koefisien Korelasi

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kuat arus dan jumlah lilitan terhadap frekwensi getaran digunakan koefisien korelasi product moment :

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Tabel. 2 Besar nilai r dan interpretasinya

| Besarnya nilai r | Interpretasi |
|-------------------------------|----------------------|
| $0.800 \leq r_{xy} \leq 1.00$ | Korelasi kuat |
| $0.600 \leq r_{xy} < 0.800$ | Korelasi cukup |
| $0.400 \leq r_{xy} < 0.600$ | Korelasi rendah |
| $0.200 \leq r_{xy} < 0.400$ | Korelasi amat rendah |
| $0.000 \leq r_{xy} < 0.200$ | Tidak berkorelasi |

(Sumber : Sitorus, 1990:41)



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Alat Penelitian

Spesifikasi peralatan Vibrator Melde yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Panjang kawat penggetar = 19 cm (terhitung dari ujung bebas sampai ujung mati)
- Jarak magnet tetap = 1 cm
- Jarak solenoide = 5.5 cm (terhitung dari ujung mati)
- = 10.5 cm (terhitung dari ujung bebas)
- Jumlah lilitan solenoide = 160, 320, 450, 630 dengan panjang dibuat tetap sebesar $3 \cdot 10^{-2}$ meter.

4.2 Data Hasil Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan di Laboratorium Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember pada bulan September 2001 didapatkan data sebagai berikut :

| | | |
|--------------------------|---|----------------------------|
| m beban | = $0.612 \cdot 10^{-3}$ Kg | $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ |
| g (percepatan gravitasi) | = 9.801665 m/s ² | |
| F (tegangan tali) | = m g | |
| | = $5.998 \cdot 10^{-3}$ Kg m/s ² | = 26.869 m/s |
| | | |
| m tali | = $0.55 \cdot 10^{-3}$ Kg | |
| panjang tali (l) | = $6620 \cdot 10^{-2}$ m | |
| μ (konstanta tali) | = m / l | |
| | = $8.308 \cdot 10^{-6}$ Kg/m | |

Catatan : panjang tali yang digunakan dalam penelitian ini = $0.25 \cdot 10^{-2}$ m.

Tabel. 4 untuk N=160 Lilitan

| I (A) | λ (x 10^{-2}) m | f (Hz) |
|-------|----------------------------|---------|
| 0.47 | 26.10 | 102.946 |
| 0.52 | 28.02 | 95.892 |
| 0.96 | 28.78 | 93.360 |
| 1.03 | 30.18 | 89.029 |
| 1.33 | 30.50 | 88.095 |

Tabel. 6 untuk N=450 Lilitan

| I (A) | λ (x 10^{-2}) m | f (Hz) |
|-------|----------------------------|--------|
| 0.47 | 28.60 | 93.947 |
| 0.57 | 30.24 | 88.852 |
| 0.94 | 32.02 | 83.913 |
| 1.08 | 33.12 | 81.126 |
| 1.37 | 34.00 | 79.026 |

Tabel. 5 untuk N=320 Lilitan

| I (A) | λ (x 10^{-2}) m | f (Hz) |
|-------|----------------------------|--------|
| 0.41 | 27.64 | 97.210 |
| 0.57 | 29.63 | 90.682 |
| 0.94 | 30.41 | 88.356 |
| 1.01 | 31.57 | 85.109 |
| 1.31 | 33.02 | 81.372 |

Tabel. 7 untuk N=630 Lilitan

| I (A) | λ (x 10^{-2}) m | f (Hz) |
|-------|----------------------------|--------|
| 0.42 | 32.62 | 82.370 |
| 0.55 | 33.46 | 80.302 |
| 0.96 | 35.12 | 76.506 |
| 1.08 | 36.31 | 73.999 |
| 1.38 | 36.94 | 72.737 |

Tabel. 8 untuk $I = 0.53$ A

| N (lit) | λ ($\times 10^{-2}$) m | f (Hz) |
|---------|----------------------------------|--------|
| 160 | 28.12 | 95.551 |
| 320 | 29.54 | 90.958 |
| 450 | 30.11 | 89.236 |
| 630 | 32.78 | 81.967 |

Tabel. 10 untuk $I = 1.35$ A

| N (lit) | λ ($\times 10^{-2}$) m | f (Hz) |
|---------|----------------------------------|--------|
| 160 | 31.02 | 86.618 |
| 320 | 34.01 | 79.003 |
| 450 | 35.02 | 76.725 |
| 630 | 36.79 | 73.033 |

Tabel. 9 untuk $I = 0.95$ A

| N (lit) | λ ($\times 10^{-2}$) m | f (Hz) |
|---------|----------------------------------|--------|
| 160 | 28.64 | 93.816 |
| 320 | 30.71 | 87.493 |
| 450 | 31.98 | 84.018 |
| 630 | 34.73 | 77.365 |

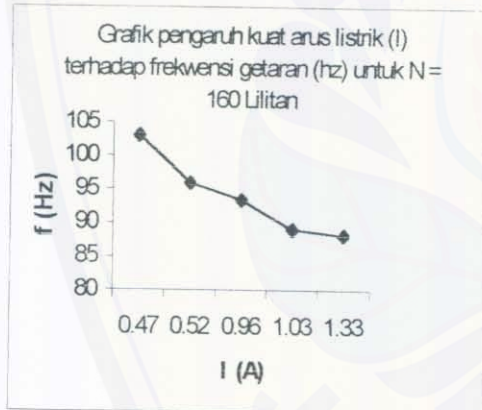
Tabel. 11 untuk $I = 1.53$ A

| N (lit) | λ ($\times 10^{-2}$) m | f (Hz) |
|---------|----------------------------------|--------|
| 160 | 31.82 | 84.441 |
| 320 | 34.77 | 77.276 |
| 450 | 36.98 | 72.658 |
| 630 | 37.86 | 70.969 |

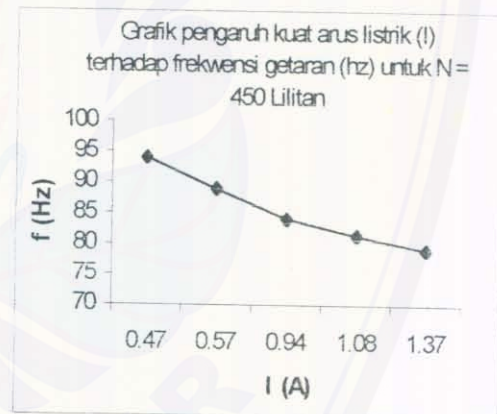
4.3 Analisis Data

4.3.1 Analisa Grafik

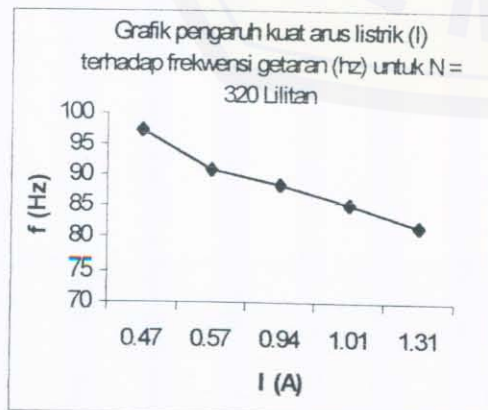
Grafik. 1



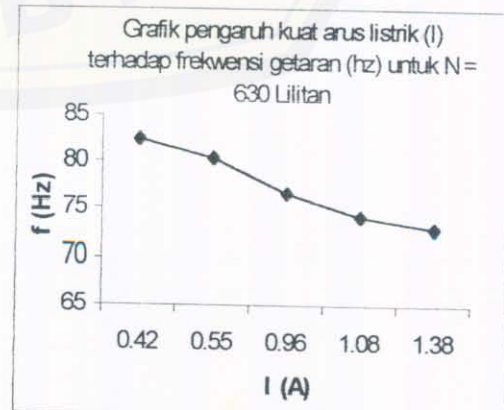
Grafik. 3



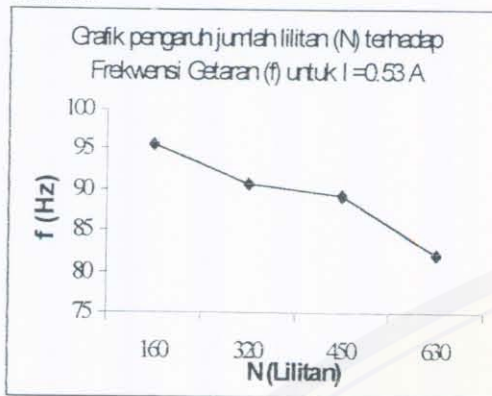
Grafik. 2



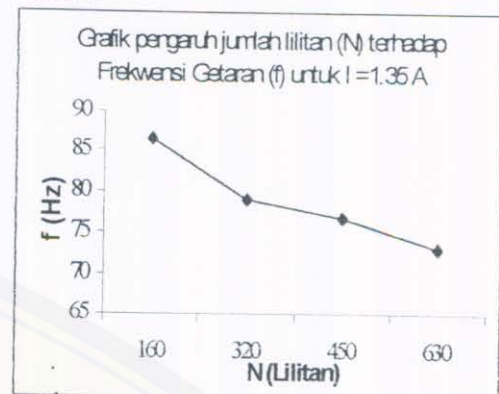
Grafik. 4



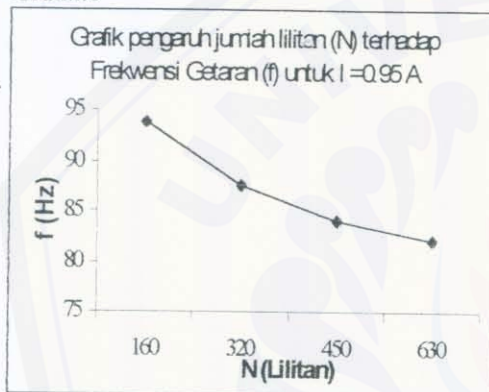
Grafik.5



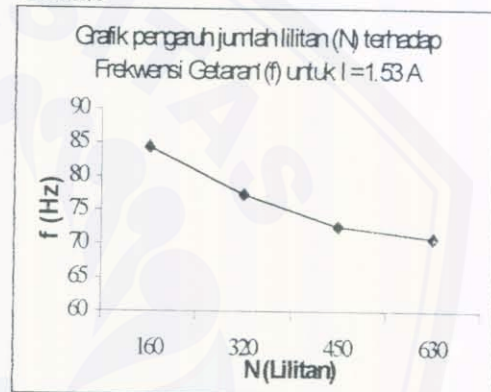
Grafik.7



Grafik.6



Grafik.8



4.3.2 Korelasi Product Moment (r_{xy})

Tabel. 12 Korelasi Product moment untuk N=160 Lilitan

| No. | X | Y | X ² | Y ² | XY |
|--------|------|---------|----------------|----------------|---------|
| 1. | 0.47 | 102.946 | 0.2205 | 10597.879 | 48.385 |
| 2. | 0.52 | 95.892 | 0.2704 | 9195.275 | 49.864 |
| 3. | 0.96 | 93.360 | 0.9216 | 8716.089 | 89.625 |
| 4. | 1.03 | 89.029 | 1.0609 | 7926.163 | 91.670 |
| 5. | 1.33 | 88.095 | 1.7689 | 7760.729 | 117.166 |
| Jumlah | 4.31 | 469.322 | 4.2423 | 44196.135 | 396.71 |

Dari perhitungan didapatkan harga $r_{xy} = -0.902$

Tabel. 13 Korelasi Product moment untuk N=320 Lilitan

| No. | X | Y | X ² | Y ² | XY |
|--------|------|---------|----------------|----------------|---------|
| 1. | 0.41 | 97.210 | 0.1681 | 9449.784 | 39.856 |
| 2. | 0.57 | 90.682 | 0.3249 | 8223.225 | 51.689 |
| 3. | 0.94 | 88.356 | 0.8836 | 7806.783 | 83.055 |
| 4. | 1.01 | 85.109 | 1.0201 | 7243.352 | 85.961 |
| 5. | 1.31 | 81.372 | 1.7161 | 6621.402 | 106.597 |
| Jumlah | 4.24 | 442.729 | 4.1128 | 39344.546 | 367.158 |

Dari perhitungan didapatkan harga $r_{xy} = -0.9632$

Tabel. 14 Korelasi Product moment untuk N=450 Lilitan

| No. | X | Y | X ² | Y ² | XY |
|--------|------|---------|----------------|----------------|---------|
| 1. | 0.47 | 93.947 | 0.2209 | 8826.039 | 44.155 |
| 2. | 0.57 | 88.852 | 0.3249 | 7894.678 | 50.646 |
| 3. | 0.94 | 83.913 | 0.8836 | 7041.392 | 78.878 |
| 4. | 1.08 | 81.126 | 1.1664 | 6581.428 | 87.616 |
| 5. | 1.37 | 79.026 | 1.8769 | 6245.109 | 108.266 |
| Jumlah | 4.43 | 426.864 | 4.4727 | 36588.646 | 369.561 |

Dari perhitungan didapatkan harga $r_{xy} = -0.9634$

Tabel. 15 Korelasi Product untuk N=630 Lilitan

| No. | X | Y | X ² | Y ² | XY |
|--------|------|---------|----------------|----------------|---------|
| 1. | 0.42 | 82.370 | 0.1764 | 6784.817 | 34.679 |
| 2. | 0.55 | 80.302 | 0.3025 | 6448.411 | 44.166 |
| 3. | 0.96 | 76.506 | 0.9216 | 5853.168 | 73.446 |
| 4. | 1.08 | 73.999 | 1.1664 | 5475.852 | 79.919 |
| 5. | 1.38 | 72.737 | 1.9044 | 5290.671 | 100.377 |
| Jumlah | 4.39 | 385.914 | 4.4713 | 29852.919 | 332.587 |

Dari perhitungan didapatkan harga $r_{xy} = -0.999$

Tabel. 16 Korelasi Product moment untuk I = 0.53 A

| No. | X | Y | X ² | Y ² | XY |
|--------|------|---------|----------------|----------------|-----------|
| 1. | 160 | 95.551 | 25600 | 9129.994 | 15288.16 |
| 2. | 320 | 90.958 | 102400 | 8273.358 | 29106.56 |
| 3. | 450 | 89.236 | 202500 | 7963.064 | 40150.2 |
| 4. | 630 | 81.967 | 396900 | 6718.589 | 51639.21 |
| Jumlah | 1560 | 357.712 | 727400 | 32085.005 | 136190.13 |

Dari perhitungan didapatkan harga $r_{xy} = -0.984$

Tabel. 17 Korelasi Product moment untuk I = 0.95 A

| No. | X | Y | X ² | Y ² | XY |
|--------|------|---------|----------------|----------------|-----------|
| 1. | 160 | 93.816 | 25600 | 8801.442 | 15010.56 |
| 2. | 320 | 87.493 | 102400 | 7655.025 | 27997.76 |
| 3. | 450 | 84.018 | 202500 | 7059.024 | 37808.1 |
| 4. | 630 | 77.365 | 396900 | 5985.343 | 48739.95 |
| Jumlah | 1560 | 342.692 | 727400 | 29500.834 | 129556.37 |

Dari perhitungan didapatkan harga $r_{xy} = -0.998$

Tabel. 18 Korelasi Product moment untuk I = 1.35 A

| No. | X | Y | X ² | Y ² | XY |
|--------|------|---------|----------------|----------------|-----------|
| 1. | 160 | 86.618 | 25600 | 7502.678 | 13858.88 |
| 2. | 320 | 79.003 | 102400 | 6241.474 | 25280.96 |
| 3. | 450 | 76.725 | 202500 | 5886.726 | 34526.25 |
| 4. | 630 | 73.033 | 396900 | 5333.819 | 46010.79 |
| Jumlah | 1560 | 315.379 | 727400 | 24964.697 | 119676.88 |

Dari perhitungan didapatkan harga $r_{xy} = -0.969$

Tabel. 19 Korelasi Product moment untuk I = 1.53 A

| No. | X | Y | X ² | Y ² | XY |
|--------|------|---------|----------------|----------------|-----------|
| 1. | 160 | 84.441 | 25600 | 7130.283 | 13510.56 |
| 2. | 320 | 77.276 | 102400 | 5971.580 | 24728.32 |
| 3. | 450 | 72.658 | 202500 | 5279.185 | 32696.10 |
| 4. | 630 | 70.033 | 396900 | 4904.621 | 44120.79 |
| Jumlah | 1560 | 304.408 | 727400 | 23285.669 | 115055.77 |

Dari perhitungan didapatkan harga $r_{xy} = -0.971$

4.3.3 Standard Error (SY)

Tabel. 20 Kesalahan standard untuk N=160 Lilitan

| No | Y | (Y - Y) | (Y - Y) ² |
|------------|---------|-----------|----------------------|
| 1. | 102.946 | 90.082 | 82.483 |
| 2. | 95.892 | 2.028 | 4.113 |
| 3. | 93.360 | -0.255 | 0.255 |
| 4. | 89.029 | -4.835 | 23.377 |
| 5. | 88.095 | -5.769 | 33.281 |
| Y = 93.864 | | Σ=143.281 | |

Dari perhitungan didapatkan harga SY = 5.989

Tabel. 21 Kesalahan standard untuk N=320 Lilitan

| No | Y | (Y - Y) | (Y - Y) ² |
|------------|--------|-----------|----------------------|
| 1. | 97.210 | 8.664 | 75.065 |
| 2. | 90.682 | 2.136 | 4.562 |
| 3. | 88.356 | -0.19 | 0.036 |
| 4. | 85.109 | -3.437 | 11.813 |
| 5. | 81.372 | -7.174 | 51.466 |
| Y = 88.546 | | Σ=142.942 | |

Dari perhitungan didapatkan harga SY = 5.978

Tabel. 24 Kesalahan standard untuk I = 0.53 A

| No | Y | (Y - Y) | (Y - Y) ² |
|------------|--------|----------|----------------------|
| 1. | 95.551 | 6.123 | 37.491 |
| 2. | 90.958 | 1.530 | 2.341 |
| 3. | 89.236 | -0.192 | 0.037 |
| 4. | 81.967 | -7.461 | 55.666 |
| Y = 89.428 | | Σ=95.535 | |

Dari perhitungan didapatkan harga SY = 5.643

Tabel. 25 Kesalahan standard untuk I = 0.95 A

| No | Y | (Y - Y) | (Y - Y) ² |
|------------|--------|-----------|----------------------|
| 1. | 93.816 | 8.143 | 66.308 |
| 2. | 87.493 | 1.820 | 3.312 |
| 3. | 84.018 | -1.655 | 2.740 |
| 4. | 77.365 | -8.308 | 69.023 |
| Y = 85.673 | | Σ=141.383 | |

Dari perhitungan didapatkan harga SY = 6.865

Tabel. 22 Kesalahan standard untuk N=450 Lilitan

| No. | Y | (Y - Y) | (Y - Y) ² |
|------------|--------|-----------|----------------------|
| 1. | 93.947 | 8.574 | 73.513 |
| 2. | 88.852 | 3.679 | 12.103 |
| 3. | 83.913 | -1.460 | 2.132 |
| 4. | 81.126 | -4.247 | 18.037 |
| 5. | 79.026 | -6.347 | 40.284 |
| Y = 85.373 | | Σ=146.069 | |

Dari perhitungan didapatkan harga SY = 6.043

Tabel. 23 Kesalahan standard untuk N=630 Lilitan

| No | Y | (Y - Y) | (Y - Y) ² |
|------------|--------|----------|----------------------|
| 1. | 82.370 | 5.187 | 26.905 |
| 2. | 80.302 | 3.124 | 9.759 |
| 3. | 76.506 | -0.677 | 0.458 |
| 4. | 73.999 | -3.184 | 10.138 |
| 5. | 72.737 | -4.446 | 19.767 |
| Y = 77.183 | | Σ=67.027 | |

Dari perhitungan didapatkan harga SY = 4.093

Tabel. 26 Kesalahan standard untuk I = 1.35 A

| No | Y | (Y - Y) | (Y - Y) ² |
|------------|--------|----------|----------------------|
| 1. | 86.618 | 7.773 | 60.419 |
| 2. | 79.003 | 0.158 | 0.025 |
| 3. | 76.725 | -2.128 | 4.494 |
| 4. | 73.033 | -5.812 | 33.779 |
| Y = 78.845 | | Σ=98.717 | |

Dari perhitungan didapatkan harga SY = 5.736

Tabel. 27 Kesalahan standard untuk I = 1.53 A

| No | Y | (Y - Y) | (Y - Y) ² |
|------------|--------|-----------|----------------------|
| 1. | 84.441 | 8.105 | 65.691 |
| 2. | 77.276 | 0.94 | 0.884 |
| 3. | 72.658 | -3.678 | 13.528 |
| 4. | 70.969 | -5.367 | 28.805 |
| Y = 76.336 | | Σ=108.906 | |

Dari perhitungan didapatkan harga SY = 6.025

4.4 Pembahasan

Dari grafik 1. Sampai dengan grafik 4. Untuk berbagai variasi kuat arus listrik dengan jumlah lilitan (N) dibuat tetap, maka didapatkan harga frekwensi getaran untuk $N=160$ lilitan dengan arus listrik $I = 0.47$ A sebesar 102.946 Hz, sedangkan untuk arus listrik tertinggi ($I = 1.33$ A) didapatkan harga frekwensi sebesar 88.095 Hz. Pada saat yang sama untuk $N = 630$ lilitan dengan arus listrik terendah ($I = 0.42$ A) didapatkan besarnya frekwensi getaran sebesar 82.370 Hz, dan untuk arus listrik tertinggi ($I = 1.38$ A) didapatkan harga frekwensi sebesar 72.737 Hz. Hasil ini sesuai dengan kajian teoritik (persamaan 17), yang menyatakan bahwa frekwensi berbanding terbalik dengan kuat arus listrik (I), sehingga dari data tersebut dapat kita analisis bahwa semakin besar kuat arus listrik, maka frekwensi yang dihasilkan semakin kecil.

Dari grafik 5. Sampai dengan grafik 8. berbagai variasi jumlah lilitan (N) dengan kuat arus (I) tetap, didapatkan harga frekwensi getaran untuk kuat arus listrik ($I = 0.53$ A) dengan jumlah lilitan ($N = 160$ lilitan) sebesar 95.551 Hz. Sedangkan untuk $N = 630$ lilitan didapatkan frekwensi sebesar 81.967 Hz. pada saat yang bersamaan untuk arus listrik sebesar ($I = 1.53$ A) dengan jumlah lilitan yang sama ($N = 160$ lilitan) didapatkan harga frekwensi getaran sebesar 84.441 Hz. Sedangkan untuk $N = 630$ lilitan didapatkan frekwensi sebesar 70.969 Hz. Bila hasil ini kita analisa dengan grafik, maka didapatkan hasil yang kurang sesuai dengan kajian secara teoritik, yang dinyatakan berdasarkan persamaan 17), bahwa frekwensi berbanding terbalik dengan kuadrat jumlah lilitan. Dari pernyataan tersebut dapatlah kita nyatakan bahwa seharusnya grafik hubungan antara frekwensi (f) terhadap jumlah lilitan (N) adalah berbentuk fungsi kuadrat, sedangkan dari hasil penelitian tidaklah demikian. Fenomena tersebut disebabkan karena variasi jumlah lilitan yang digunakan dalam penelitian ini cukup kecil yakni hanya berkisar antara 160 – 630 lilitan. Variasi yang cukup kecil ini tidak menghasilkan perubahan yang signifikan terhadap variabel terkait. Oleh karena itu sebagai penelitian lebih lanjut, diharapkan memperbesar jumlah lilitan yang digunakan sehingga hasil yang didapatkan sesuai dengan teori yang ada.

Untuk mengetahui besarnya korelasi antara variabel kuat arus listrik (I) dan Jumlah lilitan (N) terhadap frekwensi getaran (f) selanjutnya kita analisis dengan korelasi product moment. Untuk lebih memudahkan analisis kita buat tabel sebagai berikut.

Tabel. 28 Korelasi product moment untuk berbagai variasi N dengan I masing-masing antara 0.41 A - 1.38 A

| N (lilitan) | Korelasi product moment (r_{xy}) |
|-------------|--------------------------------------|
| 160 | -0.902 |
| 320 | -0.9632 |
| 450 | -0.9634 |
| 630 | -0.998 |

Menurut Suharsimi (1996 : 261), dari indek korelasi dapat diketahui adanya 4 hal, yakni : arah korelasi, ada tidaknya korelasi, interpretasi mengenai tinggi rendahnya korelasi, dan signifikan tidaknya harga r (koefisien korelasi).

Pada tabel 28 diatas, didapatkan harga koefisien korelasi yang berharga negatif, hal ini berarti bahwa :

Arah korelasi, antara jumlah lilitan dan frekwensi getaran bernilai negatif. Ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah lilitan, maka frekwensi getaran yang dihasilkan juga semakin kecil.

Ada tidaknya korelasi, dinyatakan dalam angka pada indeks. Betapapun kecilnya angka pada indek, asalkan bukan 0.00, dapat diartikan bahwa antara kedua variabel yang dikorelasikan terdapat adanya korelasi (Suharsimi, 1996 : 261). Dari hubungan jumlah lilitan terhadap frekwensi getaran (tabel. 28) didapatkan harga bukan nol, ini berarti bahwa antara jumlah lilitan dengan frekwensi getaran terdapat adanya korelasi.

Interpretasi tinggi rendahnya korelasi, dapat diketahui dari besar kecilnya angka dalam indek korelasi. Makin besar angka dalam indek korelasi, makin tinggilah korelasi kedua variabel yang dikorelasikan (Suharsimi, 1996 : 261-262). Dari tabel 28 diatas, didapatkan harga koefisien korelasi yang semakin besar (tanda negatif hanya menyatakan arah korelasi) seiring dengan bertambahnya jumlah lilitan. Hal

ini berarti bahwa semakin besar jumlah lilitan, maka semakin besar pengaruhnya terhadap frekwensi getaran yang dihasilkan.

Signifikan tidaknya korelasi, diketahui dengan mengkonsultasikan harga r yang didapat dengan tabel harga kritik dari r product moment. Dari tabel r product moment dengan N (jumlah pasangan yang digunakan untuk menghitung r) = 4, diketahui bahwa harga kritik untuk r pada taraf kepercayaan 1 % = 0.990 dan pada taraf kepercayaan 5 % = 0.950. dari tabel. 28 diketahui bahwa untuk 160 lilitan didapatkan harga korelasi yang tidak signifikan karena $r_{xy}=0.902$ lebih kecil dari taraf kepercayaan 1% maupun 5 %. Sedangkan untuk 320 lilitan dan 450 lilitan didapatkan harga masing-masing $r_{xy}=0.9632$ dan $r_{xy}=0.9634$. Harga-harga tersebut lebih besar dari harga tabel kritik untu taraf kepercayaan 5 % dan lebih kecil dari taraf kepercayaan 1%. Hal ini berarti bahwa untuk 320 lilitan dan 450 lilitan signifikan untuk taraf kepercayaan 5% dan tidak signifikan untuk taraf kepercayaan 1%. Untuk 630 lilitan didapatkan harga $r_{xy}= 0.998$,harga ini lebih besar untuk taraf kepercayaan 1% maupun 5% yang berarti bahwa Untuk 630 lilitan mempunyai pengaruh yang sangat signifikan. Hasil ini sesuai dengan pernyataan diatas bahwa semakin besar jumlah lilitan, maka frekwensi getaran yang dihasilkan juga semakin besar.

Selanjutnya kita akan membahas mengenai pengaruh kuat arus listrik terhadap frekwensi getaran yang dihasilkan.

Tabel. 29 Korelasi product moment untuk berbagai variasi I dengan masing-masing $N = 160, 320, 450$ dan 630 lilitan

| I (A) | Korelasi product moment (r_{xy}) |
|-------|--------------------------------------|
| 0.53 | -0.984 |
| 0.95 | -0.998 |
| 1.35 | -0.969 |
| 1.53 | -0.971 |

Identik dengan pembahasan diatas, kita akan meninjau 4 hal dari tabel 29, yaitu :

Arah korelasi

semua harga r_{xy} pada tabel diatas berharga negatif. Hal ini berarti berarti bahwa antara kuat arus listrik dan frekwensi getaran berkorelasi negatif, dengan kata lain

dapat kita nyatakan bahwa semakin besar kuat arus listrik, maka frekwensi getaran yang dihasilkan semakin kecil.

Ada tidaknya korelasi

Dari tabel. 29 diketahui harga $r_{xy} > 0$. Ini berarti bahwa antara kuat arus listrik dan frekwensi getaran terdapat adanya korelasi.

Interpretasi tinggi rendahnya korelasi

Ada suatu fenomena menarik yang dapat kita kaji dari data pada tabel 29 diatas. Dari data tersebut terlihat bahwa semakin besar kuat arus listrik, ternyata tidak diikuti oleh semakin besarnya harga koefisien korelasi. Justru setelah mengalami kenaikan harga r_{xy} seiring dengan kenaikan kuat arus listrik yakni dari 0.53 A ke 0.95 A, terjadi penurunan harga untuk $I = 1.35$ A dan naik lagi untuk $I = 1.53$ A. namun harga r_{xy} tertinggi didapat untuk $I = 0.95$ A. dari kenyataan ini, dapat kita katakan bahwa arus efektif yang bisa digunakan untuk jumlah lilitan berkisar antara 160 – 630 lilitan adalah sebesar 0.95 Ampere.

Signifikan tidaknya korelasi

Dari tabel r product moment dengan N (jumlah pasangan yang digunakan untuk menghitung r) = 4, diketahui harga kritik untuk r pada taraf kepercayaan 1% = 0.990 dan pada taraf kepercayaan 5 % = 0.950. dari tabel. 29 dapat diketahui bahwa untuk masing-masing kuat arus semuanya signifikan pada taraf kepercayaan 5%, namun hanya untuk $I = 0.95$ Ampere yang sangat signifikan, untuk taraf kepercayaan 1% maupun 5%.

Selanjutnya tingkat kesalahan dari variabel bebas didapatkan, untuk berbagai variasi jumlah lilitan rata-rata sebesar 5.5072. sedangkan untuk berbagai variasi kuat arus rata-rata sebesar 6.0269. Kesalahan yang cukup besar ini diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah :

1. Kurang stabilnya sumber arus, sehingga pengamat kesulitan mendapatkan harga yang pasti.
2. Penyangga pada beban tidak betul-betul licin sehingga ada gesekan antara tali dengan penyangga beban yang mengakibatkan terganggunya tegangan tali, terlebih massa beban yang digunakan dalam penelitian ini cukup kecil yakni sebesar 0.612×10^{-2} Kg.

3. Kawat kurang pas berada ditengah-tengah solenoide, sehingga penulis berusaha memposisikan ditengah-tengah solenoide dengan menggunakan kawat pembantu. Hal ini tentu juga sangat berpengaruh terhadap frekwensi getaran yang dihasilkan.





V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. a. Kuat arus listrik mempunyai pengaruh yang sangat signifikan dan berkorelasi negatif terhadap frekwensi getaran yang dihasilkan. Hal ini berarti bahwa semakin besar kuat arus listrik (I) maka frekwensi (f) getaran yang dihasilkan pada vibrator melde semakin kecil.
b. Kuat arus listrik yang mempunyai pengaruh paling signifikan adalah pada $I = 0.95$ A. hal ini berarti bahwa arus efektif untuk $N = 160$ lilitan, 320 lilitan, 450 lilitan dan 630 lilitan adalah sebesar $I = 0.95$ A.
2. Jumlah lilitan mempunyai pengaruh yang sangat signifikan dan berkorelasi negatif terhadap frekwensi getaran yang dihasilkan. Identik dengan kuat arus (I), maka semakin besar jumlah lilitan, frekwensi (f) getaran yang dihasilkan pada vibrator melde semakin kecil. Hal ini diperkuat dengan uji kesignifikasian yang menunjukkan bahwa semakin besar jumlah lilitan, harga r_{xy} yang dihasilkan juga semakin besar.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan tingkat ketelitian yang lebih tinggi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya :

1. Jumlah lilitan serta selisih variasi jumlah lilitan pada solenoide diperbesar.
2. Perlu memakai stabilizer agar arus yang terbaca betul-betul sesuai.
3. Penyangga pada beban, supaya dibuat lebih licin, sehingga gaya tegangan pada tali betul-betul hanya dipengaruhi oleh massa beban.
4. Lebih teliti dalam mengukur panjang gelombang pada saat gelombang stasioner terbentuk agar kesalahan bisa ditekan sekecil mungkin.
5. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut dengan mengubah posisi solenoide terhadap kawat vibrator, massa beban (tegangan tali) dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alonso, M. & Edward J. Finn. 1994. *Dasar-Dasar Fisika Universitas (Jilid 2 : Medan dan Gelombang)*. Jakarta : Erlangga.
- Arya, A. Prakash. 1990. *Introduction to Classical Mechanics*. New Jersey : Prentice Hall, Inc.
- Halliday, Resnick & Krane. 1994. *Physics : 4th Edition Volume 2*. Singapore : John Willey & Sons, Inc.
- Harahap, R. 1996. *Mesin Arus Listrik : Mesin Arus Searah*. Jakarta : Gramedia.
- Loeksmanto, W. 1993. *Medan Elektromagnet*. Jakarta : DIRJEN DIKTI.
- Prasetio, L.,dkk. 1992. *Mengerti Fisika : Gelombang*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Sitorus, J. 1990. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Bandung : Tarsito.
- Suharsimi, A. 1996. *Prosedur Penelitian : suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Sutrisno & Tan Ik Gie. 1983. *Fisika Dasar : Listrik Magnet dan Thermo Fisika*. Bandung : Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Sutrisno. 1997. *Fisika Dasar : Mekanika*. Bandung : Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Zemansky, Sears. 1994. *Fisika Untuk Universitas : Mekanika, Panas, Bunyi*. Bandung : Bina Cipta.

Korelasi Product Moment

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Untuk N = 160 Lilitan

$$= \frac{5(396.71) - (4.31)(469.322)}{\sqrt{(5(4.2423) - 18.576)(5(44196.135) - 220263.140)}}$$

$$= \frac{-39.228}{\sqrt{1891.063}} = \frac{-39.228}{43.486} = -0.902$$

Untuk I = 0.53 Ampere

$$= \frac{4(136190.13) - (1560)(357.712)}{\sqrt{(4(727400) - 2433600)(4(32085.005) - 127957)}}$$

$$= \frac{-13270.2}{\sqrt{181899592}} = \frac{-13270.2}{13487.016} = -0.984$$

Untuk N= 320 Lilitan

$$= \frac{5(367.158) - (4.24)(442.729)}{\sqrt{(5(4.1128) - 17.978)(5(39344.546) - 196008.967)}}$$

$$= \frac{-41.381}{\sqrt{1845.791}} = \frac{-41.381}{42.963} = -0.9632$$

Untuk I = 0.95 Ampere

$$= \frac{4(129556.37) - (1560)(342.692)}{\sqrt{(4(727400) - 2433600)(4(29500.834) - 117437.807)}}$$

$$= \frac{-16374.04}{\sqrt{26919.804}} = \frac{-16374.04}{16407.066} = -0.998$$

Untuk N= 450 Lilitan

$$= \frac{5(369.561) - (4.43)(426.864)}{\sqrt{(5(4.4727) - 19.625)(5(36588.646) - 182212.874)}}$$

$$= \frac{-43.202}{\sqrt{2011.035}} = \frac{-43.202}{44.844} = -0.9632$$

Untuk I = 1.35 Ampere

$$= \frac{4(119676.88) - (1560)(315.379)}{\sqrt{(4(727400) - 2433600)(4(24964.697) - 99463.914)}}$$

$$= \frac{-13283.72}{\sqrt{187960024}} = \frac{-13283.72}{13709.851} = -0.969$$

Untuk N= 630 Lilitan

$$= \frac{5(332.587) - (4.39)(386.114)}{\sqrt{(5(4.4713) - 19.272)(5(29852.919) - 148929.615)}}$$

$$= \frac{-32.105}{\sqrt{1033.246}} = \frac{-32.105}{32.144} = -0.998$$

Untuk I = 0.53 Ampere

$$= \frac{4(115055.77) - (1560)(304.408)}{\sqrt{(4(727400) - 2433600)(4(23285.669) - 92664.230)}}$$

$$= \frac{-14653.4}{\sqrt{227740296}} = \frac{-14653.4}{15091.067} = -0.971$$

Standard Error (SY)

$$SY = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{(n-1)}}$$

Untuk N = 160 Lilitan

$$SY = \sqrt{\frac{143.499}{(5-1)}} = \sqrt{\frac{143.499}{4}} = 5.989$$

Untuk I = 0.53 Ampere

$$SY = \sqrt{\frac{95.535}{(4-1)}} = \sqrt{\frac{143.499}{3}} = 5.643$$

Untuk N = 320 Lilitan

$$SY = \sqrt{\frac{142.942}{(5-1)}} = \sqrt{\frac{142.942}{4}} = 5.978$$

Untuk I = 0.95 Ampere

$$SY = \sqrt{\frac{141.383}{(4-1)}} = \sqrt{\frac{141.383}{3}} = 6.865$$

Untuk N = 450 Lilitan

$$SY = \sqrt{\frac{146.069}{(5-1)}} = \sqrt{\frac{146.069}{4}} = 6.043$$

Untuk I = 1.35 Ampere

$$SY = \sqrt{\frac{98.717}{(4-1)}} = \sqrt{\frac{98.717}{3}} = 5.736$$

Untuk N = 630 Lilitan

$$SY = \sqrt{\frac{67.027}{(5-1)}} = \sqrt{\frac{67.027}{4}} = 4.093$$

Untuk I = 1.53 Ampere

$$SY = \sqrt{\frac{108.906}{(4-1)}} = \sqrt{\frac{108.906}{3}} = 6.025$$

MATRIK PENELITIAN

| Penelitian | Permasalahan | Variabel | Indikator | Sumber Data | Metode Penelitian |
|---|--|---|--|------------------------------|--|
| <p>1. Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Jumlah lilitan terhadap frekwensi getaran Vibrator Melde</p> | <p>1. Seberapa besar pengaruh kuat arus listrik terhadap frekwensi getaran pada vibrator Melde</p> <p>2. Seberapa besar pengaruh jumlah lilitan terhadap frekwensi getaran pada vibrator Melde</p> | <p>Bebas :</p> <p>1. Kuat Arus Listrik</p> <p>2. Jumlah Lilitan</p> <p>Terikat</p> <p>Frekwensi Getaran</p> | <p>1. Kuat Arus Listrik</p> <p>2. Jumlah Lilitan</p> <p>3. Frekwensi Getaran</p> | <p>Data hasil eksperimen</p> | <p>Metode Penelitian</p> <ol style="list-style-type: none"> Mengatur kuat arus pada Amperemeter dengan mengubah besar sumber tegangan dan variabel resistor Menghitung panjang gelombang untuk menentukan frekwensi getaran dengan persamaan $f = v/\lambda$ untuk N tetap dan I tetap Mengulangi langkah diatas dengan mengganti besarnya Kuat arus listrik dan jumlah lilitan <p><u>Analisa Data</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Grafik hubungan N terhadap f untuk I tetap Plot hubungan I terhadap f untuk N tetap Korelasi product moment $r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$ <p>4. Standard Error</p> $SY = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{(n-1)}}$ |

Foto Penelitian

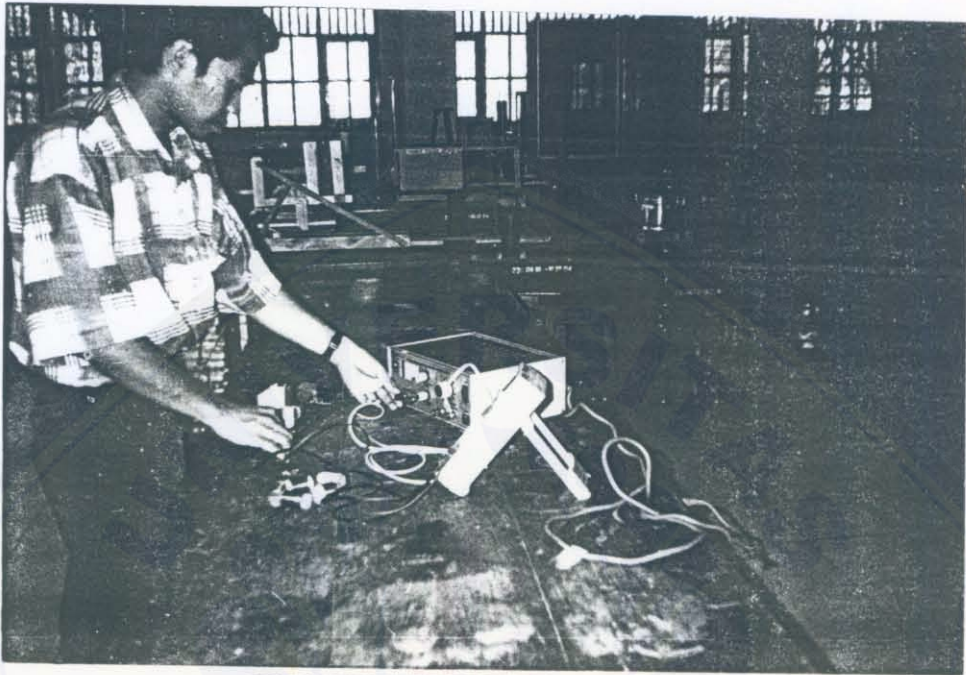


Foto 1. Penulis saat mengadakan penelitian di
LAB. MEKANIKA DAN GELOMBANG



Foto 2. Penulis saat menyusun laporan akhir