

# RANCANG BANGUN PROSES PENGISIAN PADA BALL MILL (Proses Feeding)

Yessy Rusmiani<sup>1\*</sup>, Ir. Hendik Eko Hadi S.,MT<sup>2</sup>, Drs. Irianto,MT<sup>3</sup>

Mahasiswa Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>1\*</sup>  
[d\\_yessta@yahoo.com](mailto:d_yessta@yahoo.com)

Dosen Pembimbing 1, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>2</sup>  
Dosen Pembimbing 2, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>

## Abstrak

Perkembangan teknologi menuntut efisiensi kerja yang tinggi dari segi kualitas serta kuantitas yang dihasilkan meliputi ketelitian dan kecepatan dalam proses kerja. Oleh karena itu pada proyek akhir Rancang Bangun Proses Pengisian Pada Ball Mill ini ditujukan untuk dapat membantu menyelesaikan permasalahan tersebut.

Dalam perancangan proyek akhir ini digunakan rangkaian Band Pass Filter Bidang Sempit sebab dibutuhkan nilai Q besar agar range frekuensi yang diterima dapat lebih terfokus pada range tertentu. Selain itu juga digunakan rangkaian F to V Converter (Frequency to Voltage Converter) untuk mengubah frekuensi menjadi tegangan sebagai dimana tegangan tersebut akan dijadikan sebagai set point, transduser yang digunakan berupa mikrophone, dan menggunakan driver motor untuk valve pengisian dan pembuangan material dimana tiap valve menggunakan 2 buah relay (untuk putar balik arah kanan-kiri). Dalam proyek akhir ini digunakan mikrokontroler ATMega 16 dan pemrograman menggunakan CodeVision AVR dengan bahasa pemrograman C<sup>++</sup>.

**Kata kunci :** Kontrol, Band Pass Filter, Mikrophone, Frekuensi, ATMega 16.

## Abstract

The development of technology requires a high work efficiency in terms of quality and quantity produced include accuracy and speed in the process of work. Therefore, in this final project on the Build and Design Process Of Charging the Ball Mill is intended to help complete the problems.

In this design of final project used a series of Band Pass Filter Properties of the required value of Q so that the received frequency range can be more focused on a specific range. It also used a series of F to V Converter (Frequency to Voltage Converter) to change the frequency as a voltage where the voltage will be made as set point, which is used transducer form mikrophone, and use the driver for the motor valve and disposal of material in which each valve using 2 relays (to play back the right-left). In this final project used mikrokontroler ATMega 16 and AVR programming CodeVision with the programming language C<sup>++</sup>.

**Keywords :** Control, Band Pass Filter, Mikrophone, Frequency, ATMega 16.

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Pada proses finishing mill terdapat proses penggilingan bahan material yang akan dihaluskan yang disebut dengan Ball Mill. Pada Ball Mill tersebut juga diatur putaran motor dan volume material yang akan dihaluskan.

Dengan membuat alat sebagai pengatur putaran motor Ball Mill dan mengatur proses feeding menggunakan transduser yang berupa sound level, merupakan suatu upaya untuk mempermudah operator dalam mengatur proses feeding pada Ball Mill. Untuk mengatur putaran motor Ball Mill digunakan

kontrol PI serta mikrokontroler. Sedangkan untuk pengaturan proses feeding dibutuhkan pengontrolan motor valve pengisian dan pembuangan material dengan menggunakan mikrokontroler, dimana mikrokontroler akan terintegrasi dengan sensor suara untuk mendeteksi frekuensi yang dihasilkan oleh Ball Mill. Data tersebut yang akan dikonversi dari frekuensi ke tegangan dan digunakan sebagai set point, sekaligus sebagai sensor untuk mengetahui volume material di dalam Ball Mill dan prosentase proses penggilingan yang kemudian akan ditampilkan di LCD.

## 1.2. Tujuan

Untuk membuat sebuah kontrol pengatur Ball Mill untuk mengatur proses feeding dari Ball Mill tersebut dengan menggunakan sensor suara.

## 1.3. Batasan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam proyek akhir ini adalah bagaimana cara mengatur proses feeding pada finishing mill untuk dapat dikontrol secara otomatis dengan menggunakan sensor suara. Adapun batasan-batasan masalah yang dibuat dalam pengerjaan proyek akhir ini agar dapat berjalan dengan baik adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega 16.
2. Penetapan batasan nilai range frekuensi yang dijadikan sebagai set point.
3. Respon perubahan suara (frekuensi) dari Mill.
4. Mengkodekan range frekuensi suara saat Ball Mill kosong sampai terisi penuh.
5. Yang ditampilkan pada layar LCD adalah nilai dari kecepatan motor dan nilai prosentase dari proses penggilingan.

## 1.4. Kerja Sistem

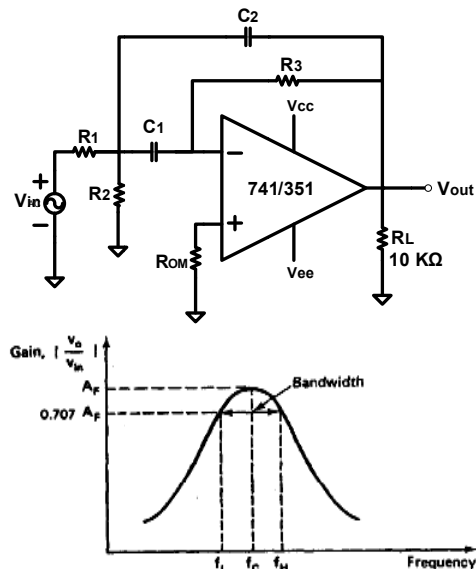
Cara kerja alat ini adalah dengan input frekuensi suara yang dihasilkan oleh Ball Mill. Frekuensi yang diterima oleh sensor suara akan dikonversikan ke tegangan. Selain itu dari frekuensi yang dihasilkan juga akan dijadikan sebagai set point untuk mengetahui berapa persen proses penggilingan. Saat Mill kosong maka bola-bola klaker akan menumbuk ke dinding Mill dan suara yang dihasilkan akan tinggi sehingga frekuensi yang dihasilkan juga akan tinggi, frekuensi tersebut akan menjadi indikator valve. Saat frekuensi tinggi maka valve material akan membuka karena berarti Mill kosong dan harus diisi material. Dan saat frekuensi rendah berarti material penuh dan valve material harus ditutup. Untuk mengetahui persentase proses juga di dapat dari frekuensi yang diterima sensor suara. Semakin tinggi frekuensi yang dihasilkan berarti semakin kecil persentase proses penggilingan. Saat proses penggilingan sudah mencapai 100% maka valve pengeluaran material akan membuka.

## 2. Teori Penunjang

### 2.1. Band Pass Filter

Syarat BPF Bidang Sempit adalah  $Q > 10$ . Rangkaian yang digunakan bisa seperti BPF Bidang Lebar tapi ada rangkaian khusus untuk BPF Bidang Sempit. Rangkaian khusus inipun bisa pula digunakan untuk BPF Bidang Lebar, tapi

spesialisnya untuk bidang sempit. Rangkaian itu biasa disebut multiple feedback filter karena satu rangkaian menghasilkan 2 batasan  $f_L$  dan  $f_H$ . Gambar rangkaian serta contoh bandwidth bidang sempit dapat dilihat seperti pada Gambar 2.1 dibawah ini



Gambar 2.1 Rangkaian dan Bandwidth Band Pass Filter Bidang Sempit

Perhitungan dari rangkaian di atas adalah :

Dipilih  $C_1 = C_2 = C$

Hubungan nilai tahanannya adalah :

$$R_1 = \frac{Q}{2\pi f_c C A_f} \quad (1)$$

$$R_2 = \frac{Q}{2\pi f_c (2Q^2 - A_f)} \quad (2)$$

$$R_3 = \frac{Q}{\pi f_c C} \quad (3)$$

Dimana  $A_f$  saat pada  $f_c$  adalah :

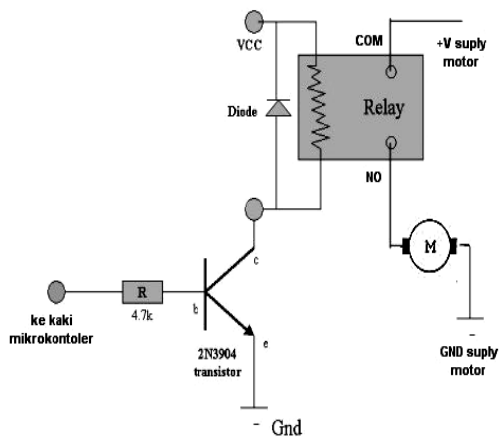
$$A_f = \frac{R_3}{2R_1} < 2Q^2 \quad (4)$$

Perlu diingat bahwa

$$Q = \frac{f_c}{BW} = \frac{f_c}{f_H - f_L} \text{ dan } f_c = \sqrt{f_H f_L} \quad (5)$$

### 2.2. Cara Pengendalian Motor DC Dengan Mikrokontroler

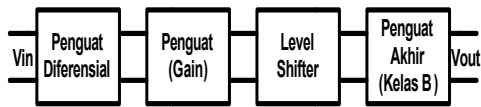
Biasanya pada metode ini banyak digunakan relay sebagai alat bantu bagi mikrokontroler untuk switch ON/OFF. Relay SPDT ini dikendalikan oleh kaki mikrokontroler melalui transistor penguat, karena arus dari kaki mikrokontroler biasanya tidak cukup kuat untuk mengendalikan relay secara langsung. Pengontrolan ON/OFF dengan relay dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini



**Gambar 2.2** Switch ON/OFF dengan Relay

### 2.3. Op-Amp

Op-amp di dalamnya terdiri dari beberapa bagian, yang pertama adalah penguat diferensial, lalu ada tahap penguatan (gain), selanjutnya ada rangkaian penggeser level (level shifter) dan kemudian penguat akhir yang biasanya dibuat dengan penguat push-pull kelas B. Gambar 2.3 berikut menunjukkan diagram dari op-amp yang terdiri dari beberapa bagian tersebut.



**Gambar 2.3** Diagram Blok Op-Amp

**Gambar 2.4** Diagram Schematic simbol Op-Amp

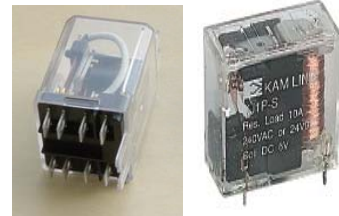
### 2.4. Relay

Relay merupakan piranti kontrol untuk membuka dan menutup kontak. Ada dua macam relay, yaitu relay ac dan relay dc. Perbedaan antara relay ac dengan relay dc secara fisik adalah pada shaded pole untuk relay ac yang berguna untuk memperluas permukaan medan magnet sehingga jumlah fluks yang melintasi gap bertambah banyak. Relay ac lebih lambat dari pada relay dc.

Relay mempunyai kontak yang bermacam-macam bahan dan rating arus yang digunakan untuk arus yang lebih besar biasanya dengan tipe kontak single button atau bifurcated (mempunyai dua permukaan dengan tahanan kontak kecil) dan untuk arus

yang kecil menggunakan tipe kontak crossbar.

Kontak crossbar dibuat dari bahan emas untuk mengurangi oksidasi. Pada rangkaian tingkat rendah (mVolt atau  $\mu$ Volt). Kontak dengan bahan campuran logam mulia digunakan untuk mengurangi oksidasi. Gambar 2.5 dibawah ini merupakan gambar penampang relay.



**Gambar 2.5** Penampang Relay

### 2.5. LCD

LCD yang digunakan merupakan LCD tipe karakter karena LCD ini dapat menampilkan data. Keuntungan yang dapat diperoleh dengan menggunakan LCD adalah:

1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga memudahkan untuk membuat program tampilannya.
2. Mudah dihubungkan dengan port I/O karena hanya menggunakan 8-bit data dan 3-bit kontrol.
3. Ukuran dari modul yang proporsional.
4. Penggunaan daya yang kecil. LCD yang digunakan dalam tugas akhir ini merupakan tipe karakter 16x2, dan dapat menampilkan 16 karakter perbaris dan mempunyai 2 baris. ROM pembangkit karakter sebanyak 192 tipe karakter dengan font 5x7 dot matrix. Kapasitas internalnya sebanyak 80x8-bit data (maksimum 80 karakter). Dibawah ini Gambar 2.6 merupakan gambar dari LCD 16x2.



**Gambar 2.6** LCD Matrix 16x2

### 2.6. Data Laporan Real PT. Semen Gresik Persero,Tbk. – Tuban Divisi Finishing Mill

#### 2.6.1. Jenis Produk

Di PT. Semen Gresik Persero,Tbk terdapat 2 jenis produk semen Portland, yaitu *Pozzoland*

Portland Cement (PPC) dan Ordinary Portland Cement (OPC). Dari kedua jenis semen tersebut masing-masing memiliki keunggulan tersendiri. Dan kedua jenis produk tersebut memiliki komposisi bahan yang berbeda.

Perbedaan antara semen PPC dan OPC dapat dilihat pada Tabel 2.1 seperti yang terlihat berikut ini

**Tabel 2.1 Perbandingan Semen PPC dan OPC**

	OPC	PPC
<b>Tipe</b>	Semen ini dipakai untuk semen konstruksi, yang tidak memerlukan persyaratan sifat-sifat khusus, seperti ketahanan sulfat, panas hidrasi dan sebagainya	semen ini merupakan suatu bahan pengikat hidrolis
<b>Kandungan</b>	C <sub>2</sub> S lebih kecil daripada kandungan C <sub>3</sub> S, dengan kandungan C <sub>3</sub> S antara 55% - 56%, sedangkan kandungan SO <sub>3</sub> antara 1,3% - 1,4%.	terak Semen Portland dan bahan yang mempunyai sifat pozzolan, biasanya digunakan trass. Semen ini tahan terhadap asam ataupun garam, cocok untuk bangunan – bangunan dekat laut. Menurut ASTM bahan pozzolan yang ditambahkan antara 15% - 40%
<b>Keunggulan</b>	Semen tipe ini mempunyai sifat antara moderat heat dan high early strength cement.	Tipe semen ini mempunyai kuat tekan awal rendah tetapi kuat tekan selanjutnya lebih stabil. Semen ini tahan terhadap asam ataupun garam, cocok untuk bangunan – bangunan dekat laut.
<b>Netto</b>	40 Kg	50 Kg

### 2.6.2. Parameter Produk

Semua pabrik PT. Semen Gresik Persero, Tbk dilengkapi dengan Roller-press sebagai pregrinder. Plant dari produksi adalah memproduksi semen OPC dan PPC, dengan beberapa Mill lebih dikhususkan untuk PPC. Penting untuk diingat, bahwa hanya kerak besi yang melalui Roller-press. Trass (+ semen PPC) dan Gypsum (syntetic) langsung masuk ke Mill.

Parameter dari produk utama dapat dilihat pada Tabel 2.2 seperti yang tertera sebagai berikut :

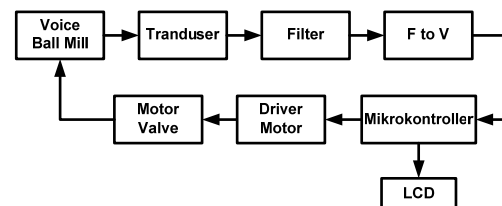
**Tabel 2.2 Parameter Produk Utama**

OPC Cement	
Composition Clinker (%)	8
Gypsum (%)	4
Limestone (%)	9
Trass (%)	-
Fly ash (%)	2
Dust (%)	-
Production (with press) (t/h)	21
Production (without press)	16
Product fineness (blaine)	3300 +/- 100
Product fineness (R/45μ)	15

## 3. Perencanaan Dan Pembuatan Alat

### 3.1. Konfigurasi Sistem

Pada pengerjaan bagian hardware terbagi menjadi 2 mode sistem, dan pada bagian ini akan dibahas tentang proses feeding untuk pengisian dan pembuangan material. Blok diagram sistem dari proses ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Blok diagram untuk proses feeding

Pada Gambar 3.1 Blok diagram untuk proses feeding memiliki bagian-bagian sebagai berikut :

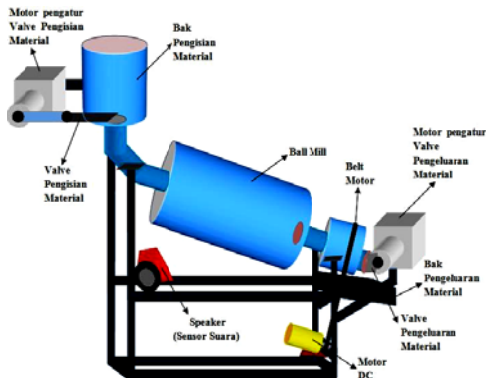
1. Tranduser yang digunakan adalah berupa sound level yang digunakan untuk menangkap frekuensi suara yang dihasilkan oleh Ball Mill.
2. Band Pass Filter dalam bagian ini digunakan sebagai filter suara yang

dihasilkan oleh Ball Mill sehingga hanya suara-suara tertentu yang akan diloloskan oleh filter (filter membedakan antara suara Ball Mill dengan suara lingkungan sekitar).

3. Rangkaian F to V digunakan untuk merubah frekuensi ke tegangan. Sebab set point yang digunakan adalah berupa tegangan.
4. Yang ditampilkan pada LCD adalah nilai prosentase dari proses penggilingan dan kapasitas material dalam Ball Mill.

### 3.2. Perencanaan Hardware

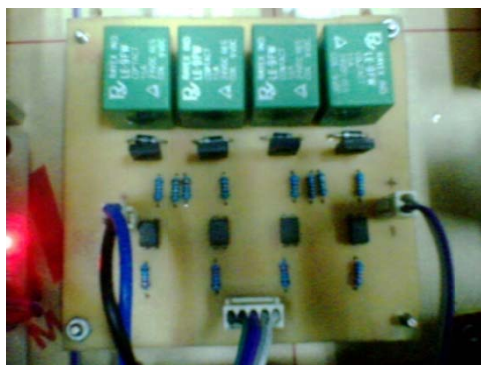
Pada tugas akhir ini perancangan hardware berupa pembuatan miniature dari Ball Mill dan disertai dengan beberapa rangkaian penunjang lainnya. Dimana gambar dari miniature Ball Mill dapat dilihat pada Gambar 3.2 seperti dibawah ini :



Gambar 3.2 Miniature dari Ball Mill

### 3.3. Rangkaian Driver Motor

Pada perencanaan rangkaian driver motor untuk valve material ini adalah dengan menggunakan BD139 dan BD140 juga menggunakan 4 buah relay dimana masing-masing valve menggunakan 2 buah relay sebagai putar balik arah putaran motor (putar kanan-kiri). Gambar dari rangkaian driver motor dapat dilihat pada Gambar 3.3 seperti dibawah ini :



Gambar 3.3 Gambar Driver Motor

### 3.4. Rangkaian F to V Converter

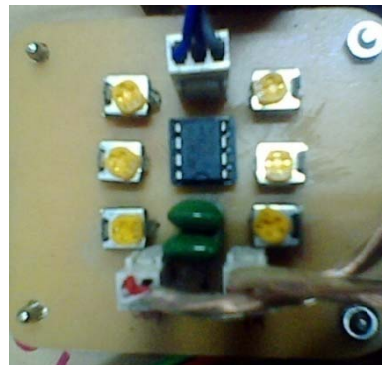
Pada perencanaan rangkaian F to V Converter ini adalah dengan menggunakan IC LM2917 dengan jumlah pin 14-pin. Gambar dari rangkaian F to V Converter dapat dilihat pada Gambar 3.4 seperti dibawah ini :



Gambar 3.4 Gambar F to V Converter

### 3.5. Rangkaian Band Pass Filter

Pada perencanaan rangkaian Band Pass Filter ini adalah dengan menggunakan IC LM351 dengan jumlah pin 8-pin. Dan menggunakan R yang bernilai variabel atau potensio sebab untuk menyesuaikan nilai Q dibutuhkan nilai R yang bervariasi dan tidak dapat diperhitungkan secara fix. Gambar dari rangkaian Band Pass Filter dapat dilihat pada Gambar 3.5 seperti dibawah ini :

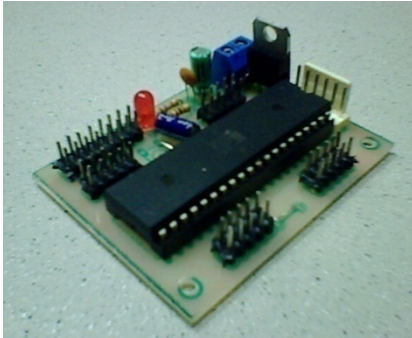


Gambar 3.5 Rangkaian Band Pass Filter

## 4. Pengujian Dan Hasil

### 4.1. Pengujian Mikrokontroler

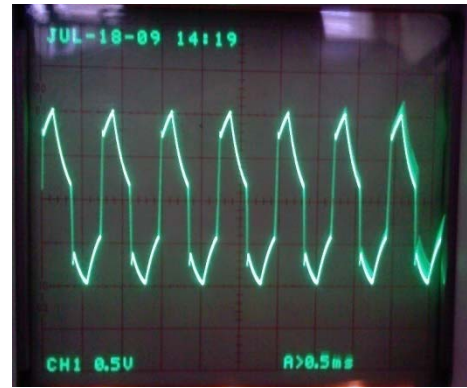
Pengujian pada port mikrokontroler dilakukan untuk mengetahui apakah mikrokontroler dapat berjalan dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan memberikan logika- logika pada port melalui program dan mengeceknya dengan multimeter. Atau dengan cara yang mudah, yaitu dengan menguji port dengan memasang LCD, karena LCD menggunakan hampir semua bit pada port.



**Gambar 4.1** Rangkaian Minimum Sistem ATmega 16

#### 4.2. Pengujian Band Pass Filter

Data pengujian Band Pass Filter dibawah ini diambil hanya beberapa data dari hasil pengujian. Gambar hasil pengujian filter dapat dilihat pada Gambar 4.2 seperti dibawah ini :



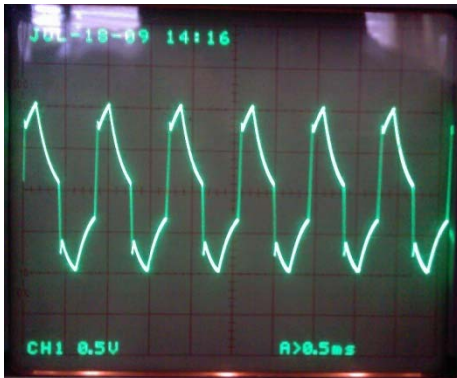
$$T = 1,4 \text{ div} \quad f = 1 / T$$

$$\text{Time/div} = 0,5 \text{ ms} \quad = 1 / 0,7 \text{ ms}$$

$$T = 1,4 \times 0,5 \text{ ms} \quad = 1428,6 \text{ Hz}$$

$$= 0,7 \text{ ms}$$

**Gambar 4.2** Hasil Pengujian Band Pass Filter



$$T = 1,7 \text{ div} \quad f = 1 / T$$

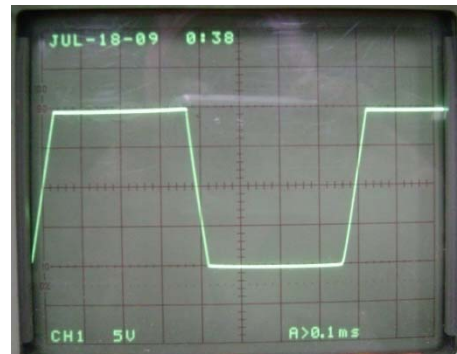
$$\text{Time/div} = 0,5 \text{ ms} \quad = 1 / 0,85 \text{ ms}$$

$$T = 1,7 \times 0,5 \text{ ms} \quad = 1176,5 \text{ Hz}$$

$$= 0,85 \text{ ms}$$

#### 4.3. Pengujian Pre-Amp

Data pengujian Band Pass Filter dibawah ini diambil hanya beberapa data dari hasil pengujian. Gambar hasil pengujian filter dapat dilihat pada Gambar 4.3 seperti dibawah ini :

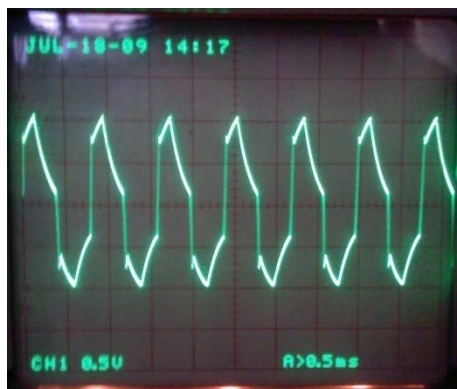


$$T = 4,8 \text{ div} \quad f = 1 / T$$

$$\text{Time/div} = 0,2 \text{ ms} \quad = 1 / 0,96 \text{ ms}$$

$$T = 4,8 \times 0,2 \text{ ms} \quad = 1041,67 \text{ Hz}$$

$$= 0,96 \text{ ms}$$

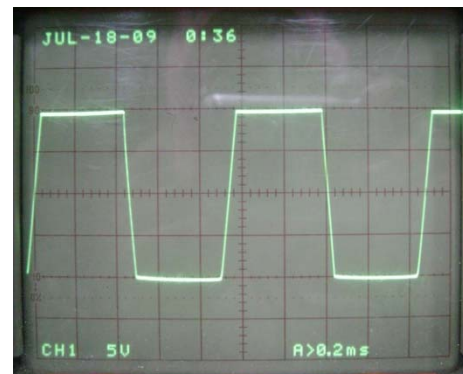


$$T = 1,6 \text{ div} \quad f = 1 / T$$

$$\text{Time/div} = 0,5 \text{ ms} \quad = 1 / 0,8 \text{ ms}$$

$$T = 1,6 \times 0,5 \text{ ms} \quad = 1250 \text{ Hz}$$

$$= 0,8 \text{ ms}$$

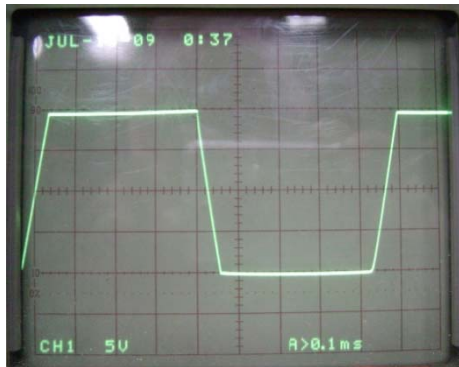


$$T = 8,6 \text{ div} \quad f = 1 / T$$

$$\text{Time/div} = 0,1 \text{ ms} \quad = 1 / 0,86 \text{ ms}$$

$$T = 8,6 \times 0,1 \text{ ms} = 1162,8 \text{ Hz}$$

$$= 0,86 \text{ ms}$$



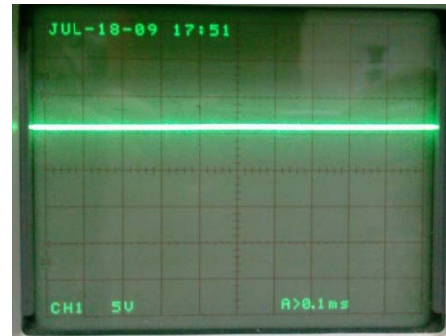
$$T = 7,9 \text{ div} \quad f = 1 / T$$

$$\text{Time/div} = 0,1 \text{ ms} \quad = 1 / 0,8 \text{ ms}$$

$$T = 7,9 \times 0,1 \text{ ms} \quad = 1265,82 \text{ Hz}$$

$$= 0,79 \text{ ms}$$

**Gambar 4.3** Hasil Pengujian Pre-Amp

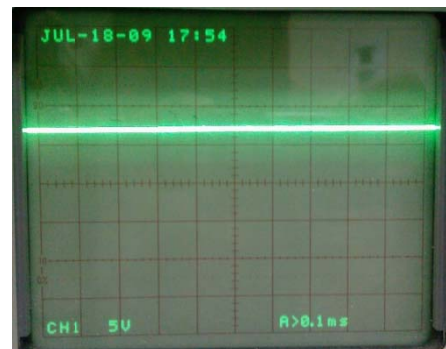


$$V = 1,2 \text{ div}$$

$$\text{Volt/div} = 5 \text{ V}$$

$$V = 1,2 \times 5 \text{ V}$$

$$= 6 \text{ V}$$



$$V = 1,4 \text{ div}$$

$$\text{Volt/div} = 5 \text{ V}$$

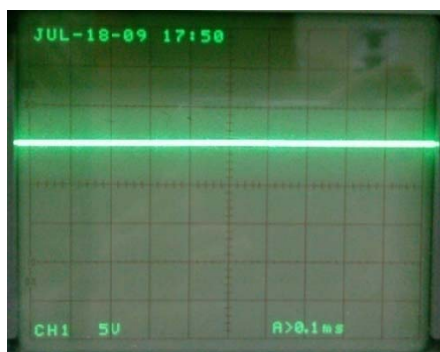
$$V = 1,4 \times 5 \text{ V}$$

$$= 7 \text{ V}$$

**Gambar 4.4** Hasil Pengujian F to V Converter

#### 4.4. Pengujian F to V Converter

Data pengujian F to V Converter dibawah ini diambil hanya beberapa data dari hasil pengujian. Gambar hasil pengujian F to V Converter dapat dilihat pada Gambar 4.4 seperti dibawah ini :



$$V = 1,1 \text{ div}$$

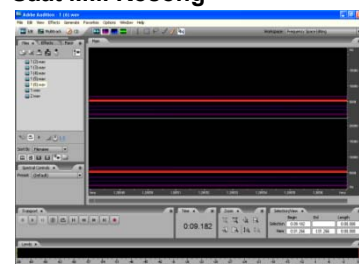
$$\text{Volt/div} = 5 \text{ V}$$

$$V = 1,1 \times 5 \text{ V}$$

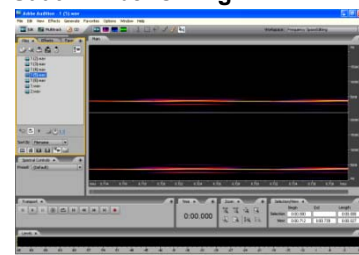
$$= 5,5 \text{ V}$$

#### 4.5. Pengujian Filter dengan Software Adobe Audition

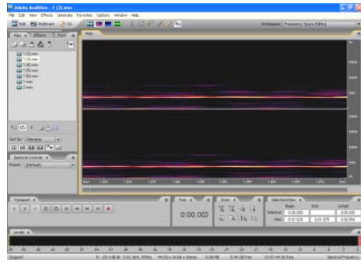
##### a. Saat Mill Kosong



##### b. Saat Mill berisi 2Kg



**c. Saat Mill berisi 6Kg**

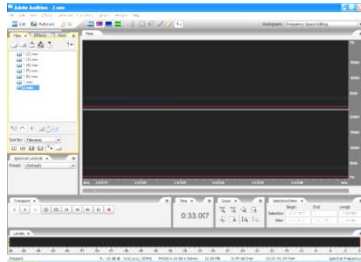


[http://abonk.blog.unsoed.ac.id/files/2009/06/2\\_o\\_p-amp.pdf](http://abonk.blog.unsoed.ac.id/files/2009/06/2_o_p-amp.pdf) (teori Aplikasi Op-Amp) accessed on May 2009.

<http://pksm.mercubuana.ac.id/modul/14051-11-260821254963.pdf> (Modul XI-XII) accessed on May 2009.

<http://www.mikron123.com/index.php/Aplikasi-Motor/Pengendalian-Motor-DC-On/Off.html> (Pengendalian-Motor-DC-On/Off) accessed on May 2009.

**d. Saat Mill berisi 12Kg (penuh)**



[http://www.wikipedia.org/wiki/dataheet\\_atmega16.html](http://www.wikipedia.org/wiki/dataheet_atmega16.html) accessed on March 2009.

[http://www.wikipedia.org/wiki/solenoid\\_valve.html](http://www.wikipedia.org/wiki/solenoid_valve.html) accessed on March 2009.

Roman Sutanto. 2007. Remote Programable Valve Menggunakan Motor DC. TA PENS-ITS. Surabaya.

**5. Penutup**

**5.1. Kesimpulan**

Setelah melalui tahap perencanaan pembuatan dan pengujian sistem "Pengaturan Proses Pada Ball Mill Untuk Mengurangi Kebisingan", ada beberapa hal yang dapat disimpulkan yaitu:

1. Sistem dapat berjalan sesuai harapan bila filter bekerja dengan baik, dapat meloloskan frekuensi-frekuensi tertentu.
2. Tiap perubahan frekuensi dijadikan nilai sebagai indikator untuk mengetahui keadaan material dan prosentase proses penggilingan.

**5.2. Saran**

Pada penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini pastinya tidak pernah lepas dari kesalahan dan kekurangan. Maka dari itu sedikit banyak saya ingin menyampaikan saran-saran untuk perencanaan yang lebih baik nantinya, diantaranya :

1. Material yang digunakan untuk simulasi hendaknya menggunakan material yang berbentk padat tapi lunak, sehingga saat material pertama kali masuk dalam bentuk padat akan menambah keras suara dalam Mill dan itu menandakan proses awal, semakin lama digiling maka akan hancur dan menyatu dengan material lain. Saat telah menyatu suara yang ditimbulkan akan semakin kecil dan itu menunjukkan proses sudah hampir sempurna.
2. Lebih diperhatikan filter yang akan digunakan.

**Daftar Pustaka**

Hendriawan, Akhmad, "Getting Started Code Vision 1.25.3 And AVRStudio version 4.13", Embedded Research group EEPIS-ITS.