

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGUKUR GETARAN MEKANIS MENGUNAKAN *PIEZZO ELECTRIC SENSOR* BERBASIS ARDUINO MIKROKONTROLLER

TARMUJI

PT. DINAMIKA ELEKTRIK MANDIRI
Rukan Graha Mas, Blok B No. 26
Jl. Perjuangan Kebon Jeruk, Jakarta Barat 11530
tarmuji@de-mandiri.com

ABSTRAKSI

Perkembangan teknologi diindonesia berkembang sangat pesat, baik teknologi dalam bidang transportasi, pertanian, komunikasi, industri, dll. Dalam bidang industri hampir semua proses produksi dilakukan dengan menggunakan mesin. Dengan adanya alat pendukung tersebut akan mempermudah dan mempercepat proses produksi. Namun dalam kenyataannya mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi tersebut tidak mampu digunakan secara terus-menerus. Mesin merupakan serangkaian komponen yang saling berkaitan satu dengan yang lainnya. Jika satu komponen mengalami kerusakan atau keausan, tidak menutup kemungkinan untuk komponen mesin lainnya menerima dampak negative dari mesin yang mengalami kerusakan. Pengecekan mesin juga harus dilakukan secara berkala untuk menjaga performa mesin agar proses produksi tetap berjalan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya getaran yang dihasilkan dari kinerja mesin.

Pada penelitian ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengontrol utama. Sensor piezzo electric sebagai inputan pembaca getaran. Lcd 16x2 sebagai layar penampil. Dua buah tombol yang masing-masing digunakan sebagai tombol play dan pause. Baterai lippo 12 volt digunakan sebagai catu daya utama. Pengguna dapat menggunakan alat ukur ini dengan cara meletakkan sensor pada mesin atau alat lain yang akan dilakukan pengukuran, maka hasil pengukuran akan langsung ditampilkan pada LCD display.

Hasil penelitian ini didapatkan prosentase selisih rata-rata pengukuran frekuensi dan amplitudo terhadap oscilloscope dengan empat metode pengukuran. Pengukuran pertama dengan tanpa penghalang didapatkan selisih rata-rata 0,644 % untuk frekuensi dan 0,786 % untuk amplitudo. Pengukuran kedua dengan menggunakan busa sebagai penghalang didapatkan 0,004 % untuk frekuensi dan 1,416 % untuk amplitudo. Pengukuran ketiga dengan menggunakan kardus sebagai penghalang didapatkan 1,930 % untuk frekuensi dan 1,202 % untuk amplitudo. Pengukuran keempat dengan menggunakan kain sebagai penghalang didapatkan 1,796 % untuk frekuensi dan 3,418 % untuk amplitudo.

Kata Kunci: *Arduino, piezzo electric, pengukur getaran*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi diindonesia berkembang sangat pesat, baik teknologi dalam bidang transportasi, pertanian, komunikasi, industri. Dalam bidang industri,

hampir semua proses produksi dilakukan dengan alat – alat pendukung untuk menunjang hasil produksi. Adanya alat pendukung tersebut, akan mempermudah dan mempercepat proses produksi. Namun dalam

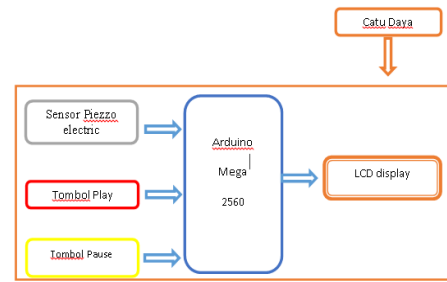
kenyataannya, mesin – mesin yang digunakan dalam proses produksi tersebut tidak mampu digunakan secara terus menerus. Pengecekan mesin juga harus dilakukan secara berkala untuk menjaga performa mesin agar proses produksi tetap berjalan.

Kurang pedulinya terhadap kondisi mesin yang digunakan akan menimbulkan dampak negatif bagi industri tersebut, karena dapat mengurangi proses produksi didalamnya. Salah satu kesalahan dalam penggunaan mesin yang dapat berakibat buruk adalah sering terjadinya suara atau getaran abnormal yang terjadi pada mesin. Getaran pada mesin yang masih normal berbeda dengan mesin yang tidak normal. Getaran yang sangat cepat pada mesin sehingga mesin mengalami kehausan. Keausan mesin ini seringkali terjadi dalam jangka waktu yang cepat, padahal perbaikan mesin selalu mengganti *spare part* lama dengan *spare part* baru.

2. METODE PENELITIAN

Proses penelitian dan perancangan dilakukan melalui berbagai tahap secara sistematis, agar diperoleh data dan informasi yang akurat. Mulai dari pengumpulan data, perancangan, pembuatan alat, pengujian, hingga analisis hasil sistem.

Rancangan alat terdiri dari empat bagian utama. Bagian pertama yaitu *input*(masukan) terdiri atas sensor dan tombol. Bagian kedua yaitu *control*, *system control* menggunakan arduino Mega 2560 untuk memproses semua perintah yang diberikan. Bagian ketiga yaitu *output*, keluaran pada system ini adalah LCD *Display* yang digunakan untuk menampilkan parameter hasil pengukuran. Bagian keempat yaitu catu daya, menggunakan baterai *Lippo 12v* digunakan sebagai sumber tegangan pada semua komponen.. Gambar 1 menunjukkan blok diagram perancangan alat.



Gambar 1 Blok Diagram Perancangan Alat

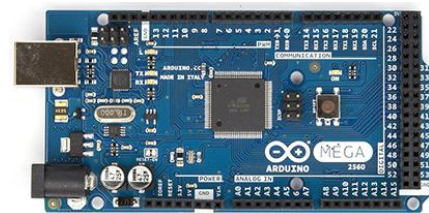
Proses perancangan alat terdiri atas dua bagian, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

2.1 Mekanik Alat

Proses pembuatan alat dimulai dengan pembuatan boks dengan menggunakan akrilik. Membuat desain dan mencetak *PCB* sebagai papan peletakan komponen yang digunakan sebagai system control.

2.2 Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 merupakan pengendali yang bersifat *open-source*, dirancang untuk mempermudah penggunaan. *Board* arduino Mega 2560 memiliki 74 pin, pin A0-A15 sebagai *input/output* untuk ADC, pin digital 0-53 sebagai *input/output* digital, Bentuk fisik board Arduino Mega 2560 ditunjukkan pada Gambar 2. Board Arduino Mega 2560 dalam penelitian ini digunakan sebagai system untuk memproses sinyal masukan..



Gambar 2 Bentuk Fisik Arduino Mega 2560

2.2 LCD Display 16x2

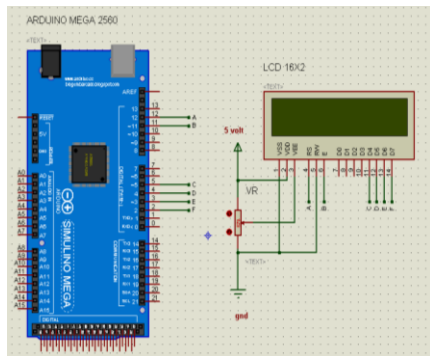
LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Lcd sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti kalkulator, televisi, komputer, dan lain-lain. Lcd *display* ini memiliki jumlah karakter 2x16, terdiri dari 16

karakter 2 baris. Lcd ini memiliki 192 karakter.

Pada penelitian ini LCD display digunakan sebagai display untuk menampilkan hasil pengukuran yaitu frekuensi dan amplitudo.

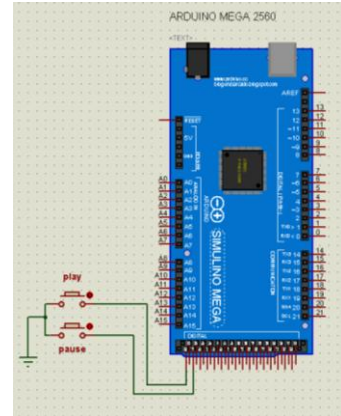
LCD 16x2 terdapat 16 buah pin dan yang digunakan sebanyak 10 pin yaitu VSS, VDD, VEE, D4, D5, D6, D7, RS, RW, dan E. Penghubung antara LCD ke arduino menggunakan soket dengan konfigurasi RS=pin 12, RW=pin gnd, E= pin 11, D4=pin 5, D5=pin 4, D6=pin 3, D7=pin 2.

Skema rangkaian LCD Display ditunjukkan pada gambar 3.



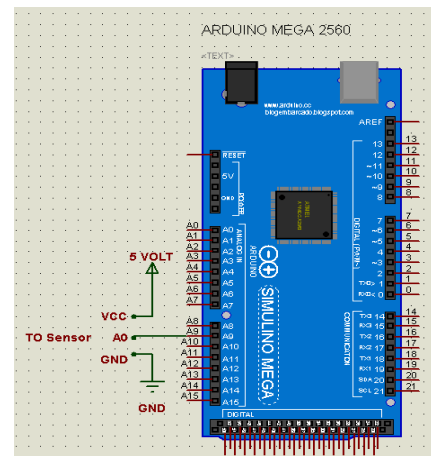
Gambar 3 Skema Rangkaian LCD Display 2.3 Tombol Tekan (*Push Botton*)

Pada penelitian ini menggunakan dua buah tombol yang difungsikan sebagai inputan. Tombol warna merah digunakan untuk *pause*, ketika tombol ditekan maka data terakhir pengukuran akan langsung ditampilkan pada LCD Display dan ditahan. Tombol warna hijau digunakan untuk *play*, ketika tombol ditekan maka data yang tertahan setelah tombol pause ditekan maka akan melanjutkan pembacaan sensor. Konfigurasi rangkaian tombol menggunakan mode *active low*, jadi tombol dikatakan aktif jika dihubungkan dengan *ground*(-), dan tombol dikatakan tidak aktif ketika tersambung ke *vcc* (+) 5 volt. Skema rangkaian ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Skema Rangkaian Tombol Pemilih 2.4 *Piezzo Electric Sensor*

Pada penelitian ini menggunakan piezzo electric sensor sebagai sensor utama yang dipakai untuk membaca getaran pada objek yang dilakukan pengukuran. Efek piezzo electric sensor bekerja jika tekanan yang digunakan untuk Kristal yang terpolarisasi menimbulkan bentuk mekanik yang berbeda dalam beban elektrik. Skema rangkaian piezzo electric ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5 Skema *Piezzo Electric Sensor* 2.5 *Catu Daya*

Catu daya adalah suatu rangkaian yang digunakan sebagai sumber utama dalam sebuah rangkaian elektronik. Pada penelitian ini menggunakan baterai Lippo 4 cell s12 volt sebagai sumber tegangan utama. Baterai Lippo ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Baterai Lippo 12 volt

2.6 Perangkat Lunak Arduino

Perangkat lunak Arduino yang akan digunakan adalah *driver* dan IDE. IDE Arduino adalah perangkat lunak yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri atas bagian-bagian sebagai berikut.

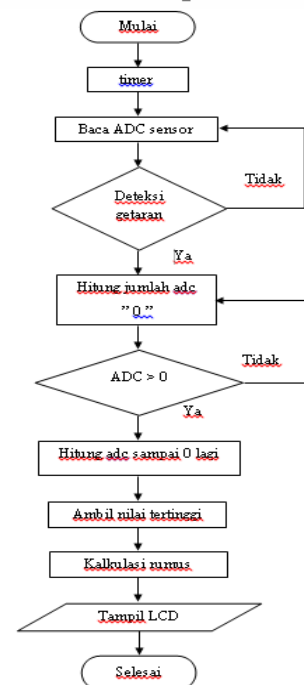
1. *Editor* program, sebuah jendela yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa proses.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa proses) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa proses, yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner komputer ke dalam memori di dalam papan Arduino.

Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah *sketch*. Kata “*sketch*” digunakan secara bergantian dengan “kode program”, karena keduanya memiliki arti yang sama.

2.7 Diagram Alir Sistem

Proses kerja alat ini adalah Keterangan gambar diagram alir pada gambar 3.16 dapat dijelaskan saat sakal power dinyalakan atau *on*, maka timer pada arduino akan aktif. Kemudian arduino akan membaca nilai ADC dari sensor, ketika sensor belum mendeteksi getaran, maka arduino akan terus membaca nilai ADC dari sensor. Ketika sensor mendeteksi getaran maka arduino akan menghitung jumlah ADC 0 (nol) yang terbaca dari sensor yang mendeteksi sebuah getaran secara terus menerus. Ketika ADC

yang terbaca tidak lebih dari 0 (nol), maka arduino akan terus menghitung jumlah 0 (nol) dari nilai ADC yang terbaca. Ketika ADC lebih dari 0 (nol) maka arduino akan menghitung angka desimal sampai ketemu 0 (nol) lagi untuk mencari nilai tertinggi. Setelah arduino membaca nilai ADC tertinggi, maka akan dikalkulasikan dalam rumus untuk menentukan nilai frekuensi dan amplitude dari getaran yang terbaca oleh sensor. Kemudian hasil kalkulasi rumus frekuensi dan amplitude akan ditampilkan pada LCD display. Diagram alir sistem penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Diagram Alir Sistem

3. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

3.1 Hasil Penelitian.

Pada penelitian Tugas Akhir ini dihasilkan sebuah karya yaitu alat pengukur getaran mekanis menggunakan piezzo electric sensor berbasis Arduino mikrokontroler. Bentuk alat dari penelitian dapat dilihat pada gambar 8 Terdapat beberapa bagian yang ada pada bagian atas alat, hal tersebut ditunjukkan pada gambar 9 hingga gambar 13.



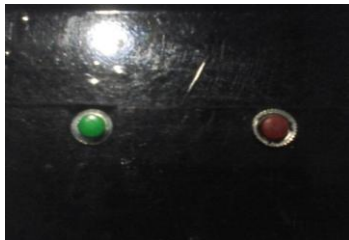
Gambar 8 alat ukur



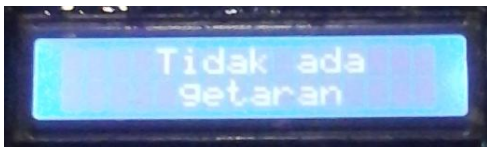
Gambar 9 Bagian Saklar On/Off



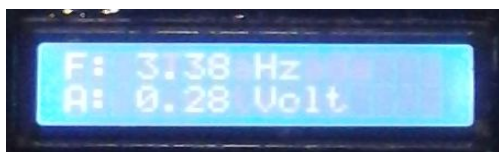
Gambar 10 Bagian Sensor



Gambar 11 Bagian Tombol Setting



Gambar 12 Tampilan Layar Saat Tidak Ada Getaran



Gambar 13 Tampilan Layar Saat Pengukuran.

Penggunaan sistem *controller* ini dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Alat ukur ini dihidupkan dengan menyalakan saklar pada bagian samping kanan dari alat ukur. Alat ini aktif yang ditandai dengan menyala layar LCD display yang tampak seperti gambar 4.6.
2. Setelah saklar dinyalakan, letakkan sensor pada bagian mesin yang akan dilakukan pengukuran, bagian sensor ditunjukkan seperti gambar 4.4.
3. Setelah sensor diletakkan, jika sensor tidak mendeteksi getaran maka tampilan LCD akan tampak seperti gambar 4.6, namun jika sensor mendeteksi getaran maka tampilan LCD akan tampak seperti gambar 4.7.
4. Saat tombol warna merah ditekan, maka data yang telah terbaca yang ditampilkan pada LCD display akan berhenti dan di tahan.
5. Saat tombol warna hijau ditekan, maka LCD akan melanjutkan data yang terbaca oleh sensor.
6. Lcd display digunakan untuk menampilkan parameter hasil pengukuran.
7. Ketika sensor tidak mendeteksi getaran selama 2 detik, maka sistem akan mereset secara otomatis.

3.2 Pengujian Sistem dan Analisa

Hasil pengujian alat secara keseluruhan adalah sebagai berikut.

1. Pengujian ADC *piezzo electric sensor*
Piezzo electric sensor pada alat pengukur getaran ini digunakan sebagai inputan utama sebagai pembaca getaran pada mesin. Sensor tersebut mempunyai output/keluaran berupa nilai analog. Disini penulis melakukan pengujian nilai ADC pada piezzo electric sensor dengan memanfaatkan fitur serial monitor pada software arduino, hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 1:

Tabel 1 Pembacaan ADC sensor

No	Nilai ADC	Tegangan (Volt)
1	0	0
2	204,8	1
3	409,6	2
4	614,4	3
5	819,2	4
6	1024	5

2. Pengujian tombol

Berfungsi dan tidaknya tombol sangat berpengaruh dalam penggunaan alat ukur getaran. Pengujian tombol dilakukan untuk mengetahui tombol bisa berjalan dengan baik atau tidak. Penggunaan tombol dilakukan dengan menggunakan tombol yang ada pada alat ukur getaran untuk *pause* dan *play*.



Gambar 14 Pengujian Tombol *Pause*



Gambar 15 Pengujian Tombol *Play*

Pengujian tombol dapat dilihat bahwa tombol dapat bekerja menurut fungsinya. Saat tombol merah ditekan, tampilan pada LCD display berhenti/*pause* dengan nilai frekuensi 3,38 Hz dan amplitude 0,28 volt. Saat tombol hijau ditekan, maka tampilan LCD display akan berubah sesuai data yang terbaca dari sensor, nilai yang ditampilkan setelah tombol hijau ditekan frekuensi 4,07 Hz dan amplitude 2,22 volt.

3. Pengujian Pengukuran getaran

Pengujian pengukuran alat ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan hasil pengukuran dari alat ukur yang dibuat dengan nilai pada *oscilloscope*. Pengujian dilakukan

dengan menguji getaran pada motor induksi dengan nilai Rpm yang berbeda. Dari hasil pengujian didapatkan adanya perbedaan nilai ukur antara alat ukur yang dibuat dengan *oscilloscope*, selisih angka dari pengukuran ini dinyatakan dalam persen.

Pengujian dilakukan dengan penempatan sensor dengan motor induksi tanpa penghalang. Pada pengujian ini dilakukan pengujian sebanyak 3 kali pengujian. Table 2 merupakan hasil selisih rata-rata dari tiga kali pengujian yang dilakukan.

Tabel 2 Pengujian Pengukuran Tanpa Penghalang.

No	RPM	Alat ukur		Oscilloscope		Selisih Freq(%)	Selisih Amp(%)
		Freq (Hz)	Amp (Volt)	Freq (Hz)	Amp (Volt)		
1	1200	27,35	1,09	26,95	1,2	1,449	9,442
2	1300	43,70	2,15	44,34	2,17	1,442	0,769
3	1400	47,15	2,30	47,17	2,32	0,043	0,862
4	1500	49,78	2,36	49,96	2,34	0,359	0,847
5	1600	53,63	2,87	53,83	2,86	0,371	0,348
6	1700	57,26	3,13	57,43	3,16	0,301	0,851
7	1800	59,93	2,92	60,36	2,89	0,713	1,038
8	1900	64,17	3,07	64,09	3,05	0,116	0,758
9	2000	66,90	3,04	67,59	3,06	1,001	0,654
Selisih rata-rata						0,644	0,786

Tabel 3 Pengujian Pengukuran Dengan Busa Sebagai Penghalang.

No	RPM	Alat ukur		Oscilloscope		Selisih Freq(%)	Selisih Amp(%)
		Freq (Hz)	Amp (Volt)	Freq (Hz)	Amp (Volt)		
1	1200	24,41	0,64	24,1284	0,4	0,031	0,375
2	1300	42,48	1,93	42,8042	2,2	0,007	12,273
3	1400	46,51	2,09	46,5379	2,2	0,0005	0,052
4	1500	48,78	2,32	48,9019	2,4	0,002	0,034
5	1600	52,63	2,76	52,1971	3,2	0,008	0,138
6	1700	58,56	3,54	58,9558	3,4	0,006	0,041
7	1800	63,14	3,19	63,5758	3,2	0,006	0,003
8	1900	64,51	3,57	64,4474	3,4	0,0009	0,048
9	2000	65,67	3,48	68,1169	3,6	0,036	0,034
Selisih rata-rata						0,004	1,416

Tabel 4 Pengujian Pengukuran Dengan Kardus Sebagai Penghalang.

No	RPM	Alat ukur		Oscilloscope		Selisih Freq(%)	Selisih Amp(%)
		Freq (Hz)	Amp (Volt)	Freq (Hz)	Amp (Volt)		
1	1200	24,81	0,38	23,9808	0,4	3,342	0,4
2	1300	49,78	1,18	50,8526	1,2	2,109	1,2
3	1400	52,28	1,42	52,9554	1,2	1,275	1,2
4	1500	55,05	1,48	55,9513	1,4	1,610	1,4
5	1600	58,14	2,27	58,7387	2,6	1,019	2,6
6	1700	59,82	2,56	61,4050	2,4	2,581	2,4
7	1800	63,50	3,24	63,7468	3,6	0,387	3,6
8	1900	65,52	3,77	67,2621	3,4	2,590	3,4
9	2000	67,67	3,98	69,3792	3,8	2,464	3,8
Selisih rata-rata						1,930	1,202

Tabel 5 Pengujian Pengukuran Dengan Kain Sebagai Penghalang.

No	RPM	Alat ukur		Oscilloscope		Selisih Freq(%)	Selisih Amp(%)
		Freq (Hz)	Amp (Volt)	Freq (Hz)	Amp (Volt)		
1	1200	22,34	0,444	22,6743	0,4	1,474	9,090
2	1300	37,93	0,84	36,2304	0,8	4,984	4,761
3	1400	42,87	1,23	42,1721	1,2	0,232	2,439
4	1500	44,59	1,73	44,8836	1,6	0,654	7,514
5	1600	48,78	2,18	48,5181	2,2	0,537	0,909
6	1700	52,63	2,55	52,8533	2,6	0,422	1,923
7	1800	53,58	2,48	55,5401	2,4	3,529	3,226
8	1900	59,59	2,89	59,1032	2,8	0,817	3,214
9	2000	60,01	3,26	62,1926	3,4	3,509	4,118
Selisih rata-rata						1,796	3,418

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari penelitian dan pembuatan alat pengukur getaran dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Dari tiga kali pengujian yang dilakukan, dapat dilihat bahwa rata-rata eror alat ukur yang dibuat untuk dibandingkan dengan *oscilloscope* sebesar 0,644 % untuk frekuensi dan 0,786 % untuk amplitudo.
2. Pengujian dengan menggunakan kain sebagai penghalang memiliki rata-rata eror sebesar 1,796 % untuk frekuensi dan amplitudo 3,418 %. Dikarenakan semua permukaan sensor tidak menempel pada kain.
3. Pengujian dengan menggunakan kardus sebagai penghalang memiliki rata-rata eror 1,930 % untuk frekuensi dan 1,202 % untuk amplitudo. Dikarenakan bentuk fisik motor induksi yang bulat membuat permukaan kardus tidak semua menempel pada permukaan motor induksi, saat motor bergetar kardus yang digunakan sebagai penghalang juga bergetar. Jadi sensor mendapat getaran yang lebih tinggi karena semua permukaan sensor menempel pada kardus tersebut.
4. Pengujian dengan menggunakan busa sebagai penghalang memiliki rata-rata eror 0,004 % untuk frekuensi dan 1,416 % untuk amplitudo. pengukuran dengan menggunakan busa sebagai penghalang mempunyai eror frekuensi sangat kecil

dikarenakan busa bersifat meredam getaran pada motor.

5. Dari semua pengujian dapat dilihat bahwa pengukuran memiliki selisih paling besar pada saat awal pengukuran pada rpm 1200 dan selisih semakin besar pada saat motor berputar diatas 2000 rpm.
6. Sistem akan mereset secara otomatis ketika sensor tidak mendeteksi adanya getaran atau ketukan selama 2 detik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Djuandi, Ferri. 2011. *Pengenalan Arduino*.
- Evans, brian w. 2007. *Arduino programing notebook*
- Faizal, Ahmad. 2012. *Belajar Menggunakan Arduino*. Yogyakarta:Graha ilmu
- Rahman, Fatkhur. 2007. *Rancang Bangun Pendeteksi Level Getaran Menggunakan Sensor GEOFON dengan Penampil Borland Delphi 7.0 Pada Monitor Komputer*. Semarang: Tugas Akhir, Universitas Diponegoro
- Ridho Widi Sanjaya, Muhammad. 2014. *Smartbox Pendeteksi Dan Penanggulangan Kebocoran Tabung Gas Lpg Berbasis Arduino Mega 2560*. Surakarta : Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Santosa, H. 2012. *Apa itu Arduino*, <http://hardi-santosa.blog.ugm.ac.id/2012/06/23/apa-itu-arduino/>, 07 januarai 2015, 11.00 WIB.
- Udianto, Ungguh. 2013. *Purwarupa Sistem Pemantauan Getaran Jembatan Menggunakan Sensor Accelerometer*. Yogyakarta: Tugas Akhir, Universitas Gajah Mada