

Osiloskop Berbasis PC dengan Menggunakan Fasilitas Soundcard

NANA SUBARNA

Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : nana_sub@itenas.ac.id

ABSTRAK

Osiloskop analog adalah salah satu alat ukur analog yang dapat digunakan untuk menganalisis sinyal listrik secara visual dengan satu kekurangan yaitu harganya cukup mahal. Masalah ini dapat diatasi dengan menggunakan pengolah sinyal berbasis PC. Kemajuan teknologi pengolah sinyal berbasis PC sangat pesat yang berdampak besar pada hampir seluruh disiplin ilmu. Penggunaannya yang banyak dan diproduksi secara massal menyebabkan harga pengolah data berbasis PC menjadi murah dibanding alat ukur sistem analog. Pada makalah ini akan dibahas tentang penggunaan PC Soundcard dan PC sebagai osiloskop berbasis PC yang dapat digunakan sebagai alat ukur alternatif pengganti oscilloscope analog. Untuk merealisasikan osiloskop berbasis PC, digunakan laptop dan modul soundcard. Untuk interfacing dengan pengguna digunakan perangkat lunak Soundcard Scope. Dari hasil pengukuran didapat bahwa soundcard dengan impedansi input 31.7 k Ω , dapat digunakan untuk pengukuran frekuensi < 20 kHz dengan respon frekuensi yang cukup rata. Penggunaan PC soundcard dan perangkat lunak non-freeware Sound Scope dapat digunakan sebagai osiloskop berbasis PC untuk keperluan demo di kelas atau praktikum dasar.

Kata kunci : *PC based oscilloscope, soundcard scope, USB oscilloscope, loading effect.*

ABSTRACT

Analog oscilloscope is one of analog measuring devices that can be used to analyze the electrical signals visually with the shortcomings that are quite expensive. This problem can be overcome by using a PC-based signal processing. Technology in PC-based signal processing grows up very rapidly, that has a major impact on almost disciplines. Use a lot and mass production causes the price of PC-based data processing becomes cheaper than measuring instrument analog system. This research discussed the use of PC Soundcard and computer as a PC-based oscilloscope which can be used as a measuring tool alternative to analog oscilloscope. To realize the PC-based oscilloscope, I was used a laptop and soundcard module. For interfacing with a user, it was used a Soundcard Scope software. From the measurement results, it was obtained that the soundcard with the input impedance of 31.7 k Ω could be used for frequency measurements < 20 kHz with frequency response was fairly flat. The PC soundcard and non-freeware Sound Scope software could be used as a PC-based oscilloscope for demo purposes in a classroom or in basic laboratory.

Keywords : *PC Based Oscilloscope, Soundcard Scope, USB Oscilloscope, loading effect.*

1. PENDAHULUAN

Salah satu komponen yang berperan penting dalam menunjang kemajuan ilmu pengetahuan adalah instrument alat ukur. Ilmu pengetahuan tidak akan berkembang jika tidak difasilitasi dengan alat ukur sebagai tolok ukur. Dengan alat ukur, bisa dianalisis dan dipecahkan suatu masalah yang terjadi pada suatu sistem.

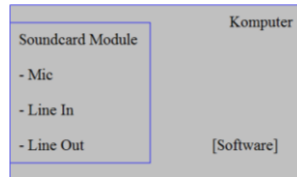
Banyak jenis alat ukur yang dipakai dalam suatu penelitian, tergantung bidang yang ditelitinya. Untuk teknik elektro, salah satu alat ukur yang sering digunakan untuk menganalisis sinyal listrik *transient* adalah osiloskop. Harganya tergantung dari resolusi, jangkauan frekuensi, pengolah data dan banyaknya variabel yang akan diukur. Harganya akan naik jika diinginkan osiloskop tersebut mempunyai kemampuan untuk bisa merekam data tegangan / arus sebelum dan sesudah sinyal *trigger* (*pre/post trigger*) dan menyimpannya dalam bentuk data mentah (*raw data*), misal *Digital Storage Oscilloscope*. Kemampuan merekam dan menyimpan data hasil pengukuran sangat penting untuk menganalisis listrik sinyal *transient* dan analisis pengolahan lebih lanjut.

Osiloskop dengan fasilitas merekam dan menyimpan data harganya cukup mahal yang menjadi kendala dalam pengadaan osiloskop untuk keperluan praktikum dan demo di kelas. Ada beberapa alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut diantaranya modul peripheral *SainSmart DDS-120* (**SainSmart, 2016**) seharga \$60. *SainSmart DDS-120* adalah *Digital Storage Oscilloscope* berbasis PC dengan bandwidth = 20 MHz berupa modul converter sinyal analog ke digital dengan komponen utama prosesor DSP (*Digital Signal Processor*) untuk pengolah datanya. Untuk komunikasi dengan pengguna digunakan komputer (*laptop/desktop*) dan perangkat lunak aplikasi bawaan pabrik dengan system operasi Windows. Hubungan modul dengan komputer menggunakan fasilitas kabel USB. Alternatif kedua menggunakan modul *peripheral* rakitan sendiri dengan menggunakan prosesor 16-Bit Digital Signal Controller dsPIC2020 dari microchip (**Instructables, 2016**), seharga \$15. Hubungan ke komputer dengan menggunakan kabel USB dan perangkat lunak *open source* hasil pengembangan perancang modul yang di-"share" dengan menggunakan *C, .Net & Python*. Alternatif ketiga menggunakan modul internal *soundcard* komputer yang sudah tersedia di komputer atau menggunakan modul *external Soundcard* (**Shenzhen, 2016**) seharga \$12. Untuk komunikasi dengan pemakai, visualisasi alat ukur osiloskop dan tampilan sinyal hasil pengukuran digunakan perangkat lunak aplikasi yang sifatnya *non-freeware*, digunakan untuk keperluan pribadi atau pendidikan (**Zeitnitz, 2016**).

Pada penelitian ini akan dibahas tentang penggunaan internal dan external *soundcard* dengan memanfaatkan perangkat lunak aplikasi *soundcard scope* dan pengukuran karakteristik modul dan respon frekuensi. Untuk komputer pengolah data digunakan suatu laptop. Dengan mengetahui karakteristik dan respon frekuensi modul, bisa dipilih modul yang digunakan dan menentukan layak tidaknya penggunaan osiloskop tersebut untuk keperluan praktikum atau demo dilihat dari segi kualitas dan biaya dikeluarkan.

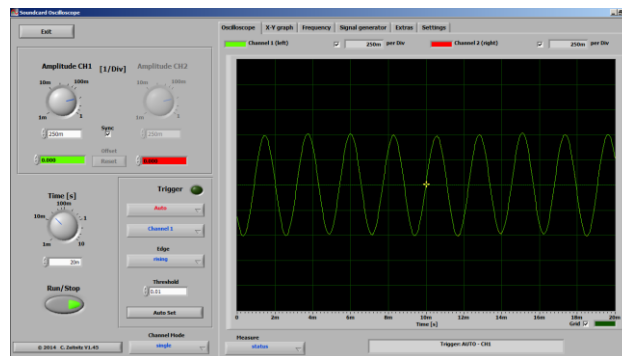
2. IMPLEMENTASI OSILOSKOP BERBASIS PC

Osiloskop berbasis PC (kadang-kadang disebut osiloskop virtual) terdiri dari 3 bagian, sebagaimana dapat dilihat dalam Gambar 1. Komputer (PC), *software* aplikasi dan modul *soundcard*. PC digunakan sebagai pengolah data sinyal analog yang sudah dikonversikan menjadi data digital dengan menggunakan modul *soundcard*.



Gambar 1. Osiloskop berbasis PC dengan modul *soundcard* internal

Untuk komunikasi dengan pemakai, visualisasi alat ukur osiloskop dan tampilan sinyal hasil pengukuran digunakan *software* aplikasi *soundcard scope ver. 1.45*, sebagaimana diperlihatkan di Gambar 2. *Software* berupa *executable file* dan dapat beroperasi dengan sistem operasi Windows dan untuk PC digunakan Laptop.



Gambar 2. Soundcard Scope ver.1.45

Jenis modul *soundcard* yang digunakan adalah modul *soundcard internal* yang sudah tersedia di dalam *PC Laptop* dan *Optical-USB Soundcard*, yang merupakan *soundcard* eksternal, seperti terlihat dalam Gambar 3. Pada penelitian ini, digunakan laptop yang hanya mempunyai *port Mic* sebagai input sinyal. Sebagai osiloskop referensi digunakan Tektronix TDS 210 *Digital Real-Time Oscilloscopes*.



Gambar 3. External-Optical-USB-Sound-Card

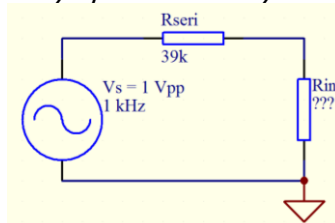
3. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui impedansi input dan respon frekuensi *pre-amplifier (pre-amp)* yang digunakan modul *soundcard* untuk menguatkan sinyal analog. Penguatan *pre-amp* ditentukan oleh *setting gain* dari properti *port* input yang digunakan.

3.1 Pengukuran Impedansi Input *Pre-amp Mic*

Pengukuran impedansi input *pre-amp Mic* laptop dilakukan dengan cara memberi sinyal sinusoidal $V_S = 1 V_{pp}$, 1 kHz melalui $R_S = 39 k\Omega$. Selanjutnya dilakukan pengukuran tegangan sinyal V_S pada sumber dan tegangan pada input *pre-amp mic* V_{RIN} , sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 4. Sumber sinyal V_S berasal dari generator sinyal virtual.

Perangkat lunak aplikasi *soundcard scope*, selain untuk menampilkan tampilan osiloskop di layar laptop juga mempunyai fasilitas dan tampilan lain yaitu generator sinyal, X-Y recorder dan *frequency spectrum analyzer*.



Gambar 4. Rangkaian pengukuran impedansi input *pre-amp Mic*.

Pengukuran sinyal dilakukan dengan menggunakan osiloskop digital Tektronix TDS 210. Untuk tegangan $V_S = 1 V_{pp}$, didapat $V_{RIN} = 52 mV_{pp}$. Untuk menghitung impedansi (dalam hal ini tahanan input) R_{IN} digunakan persamaan :

$$R_{IN} = \frac{V_o}{V_S - V_o} R_S \quad (1)$$

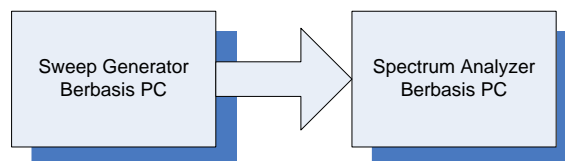
didapat $R_{IN} = 2.27 k\Omega$.

Cara yang sama juga dilakukan untuk pengukuran impedansi *port line-in Optical-USB-Sound-Card* didapat $R_{IN} = 31.7 k\Omega$. Terlihat bahwa impedansi *port line-in Optical-USB-Sound-Card* lebih besar dari pada impedansi *input Mic laptop* ($R_{IN} = 2,27 k\Omega$).

3.2 Pengukuran Respon Frekuensi

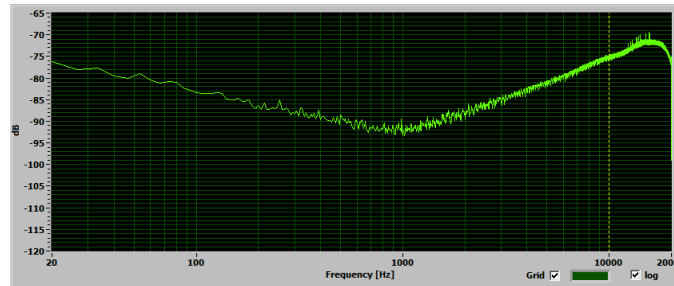
Untuk mendapatkan hasil pengukuran sinyal tegangan dengan menggunakan osiloskop, idealnya diperlukan *pre-amp* dengan *bandwidth* yang lebar dan penguatan yang rata untuk frekuensi kerja yang diinginkan. Untuk mengetahui kinerja *pre-amp* dilakukan pengukuran respon frekuensi *dari pre-amp* tersebut.

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan 2 PC, dengan menggunakan perangkat lunak yang sama *Soundcard Scope*, yang pertama berfungsi sebagai **sweep generator** (bagian dari fungsi sinyal generator) dan yang kedua sebagai *spectrum analyzer*, seperti diperlihatkan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Blok diagram pengukuran frekuensi respon *pre-amp*.

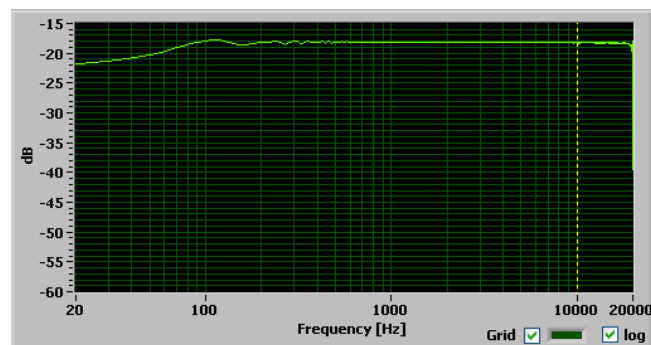
Untuk pengukuran respon frekuensi *port pre-amp port laptop*, didapat hasil seperti Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Pengukuran frekuensi respon pre-amp mic laptop.

Dari hasil pengukuran terlihat bahwa *preamp mic laptop* (input Mic) tidak mempunyai penguatan sinyal yang rata untuk *bandwidth* 20 Hz - 20 kHz, tapi mengikuti standar mikropon RIAA. Tidak cocok untuk pre-amp osiloskop.

Cara pengukuran yang sama juga digunakan untuk pengukuran respon frekuensi pada *input line-in optical usb soundcard* didapat hasil seperti Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Grafik respon frekuensi input line-in *Optical-USB Soundcard* eksternal.

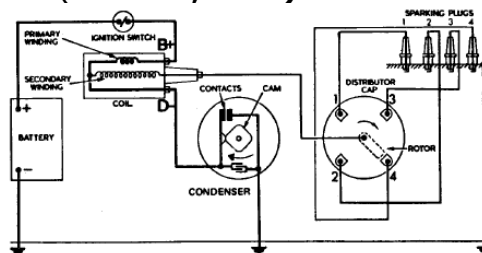
Dari kurva yang dihasilkan terlihat bahwa respon frekuensi *soundcard* jenis optical usb *soundcard* lebih baik dari input mic-in pada laptop juga digunakan untuk *pre-amp* sebuah osiloskop.

3.3 Uji Coba dan Pengukuran

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *optical usb soundcard* melalui *port line-in* sebagai modul *soundcard* dan Laptop.

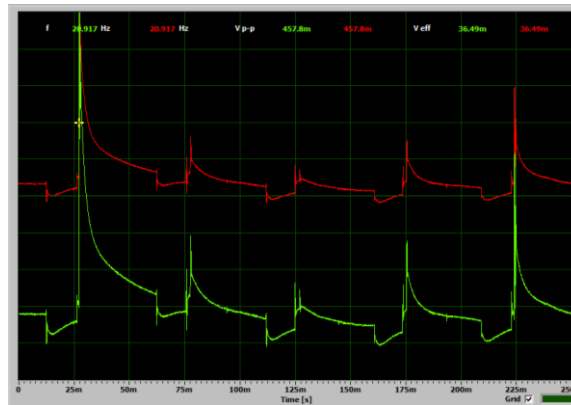
3.3.1 Pengukuran Sistem Pengapian Kendaraan.

Untuk mengetahui kinerja dari osiloskop virtual ini, dilakukan pengukuran *real time* pada sistem pengapian kendaraan bermotor berbahan bakar bensin 1000 cc. Pengukuran dilakukan pada bagian *contact breaker* mekanik, sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 8 (Fiat Uno, 2016).



Gambar 8. Sistem pengapian mekanik dengan *contact breaker*

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui kinerja virtual osiloskop jika digunakan pada lingkungan yang terdapat sinyal gangguan elektro-magnetik yang berasal dari sistem kelistrikan kendaraan.



Gambar 9. Tampilan sinyal berasal dari *contact breaker* mekanik kendaraan.

Hasil pengukuran, Gambar 9, menunjukkan bahwa osiloskop mampu menampilkan sinyal transisi dengan hasil cukup baik.

3.3.2 Pengukuran Tegangan Trafo Adaptor

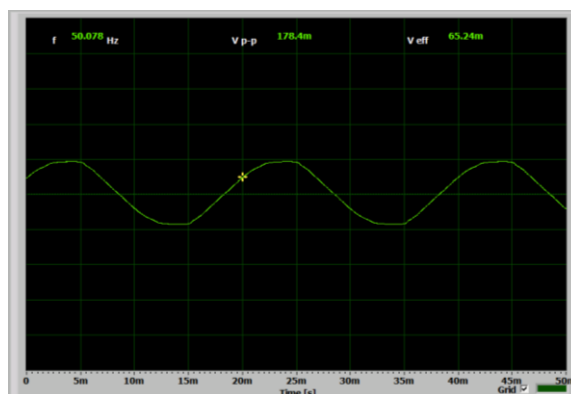
Pengukuran ini, hasilnya ditunjukkan oleh Gambar 10, dilakukan untuk mengetahui layak-tidaknya virtual osiloskop yang digunakan sebagai alat ukur untuk keperluan praktikum dan alat peraga proses pembelajaran di kelas. Berikut hasil pengukuran untuk tegangan $12 V_{AC}$. Dari hasil pengukuran, diketahui untuk pengukuran $12 V_{AC}$ ($=V_{RMS}$) didapat $V_{12} = 65,24 \text{ mV}$. Terdapat kesalahan penulisan yang seharusnya $13,048 V_{RMS}$.

Nilai ini didapat dari $65,24 \text{ mV} \times 10 \times 10 \times 2 = 13,048 V_{RMS}$.

Hal ini bisa dijelaskan sebagai berikut :

- 10 pertama *setting level* redaman *line-in* agar sinyal tidak cacat.
- 10 kedua redaman di *probe* osiloskop untuk proteksi *sounccard* USB.
- 2 terakhir asumsi bahwa sinyal dihitung dari amplitude *peak to peak*.

Perhitungan ini didapat secara empiris berdasarkan hasil perbandingan antara nilai yang sebenarnya dengan menggunakan osiloskop referensi Tektronix TDS 210 dengan osiloskop *virtual* (modul *optical USB soundcard*). Hal ini dilakukan karena dialami kesulitan untuk mendapatkan *user manual* yang lengkap untuk modul tersebut.

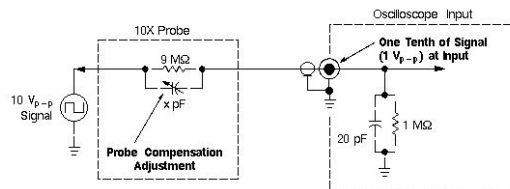


Gambar 10. Pengukuran tegangan $12V_{AC}$ (V_{RMS}) menunjukkan $65,24 \text{ mV} \times 10$.

3.4 Analisis Kesalahan Pengukuran

Kekurangan dari osiloskop virtual ini adalah impedansi input yang kecil 1,5 kΩ (input Mic) dan 31,7 kΩ (line-in). Kekurangan ini merupakan penyebab utama kesalahan pengukuran yang disebabkan adanya efek pembebanan. Umumnya impedansi input osiloskop adalah 1 MΩ (**CRO-Ebook, 2004**).

Besarnya kesalahan pengukuran sangat tergantung pada perbandingan impedansi input R_{IN} (beban) dan impedansi sumber R_S . Untuk menghitung kesalahan yang terjadi akibat dari efek pembebanan ini, diasumsikan penggunaan *probe* osiloskop dengan redaman 10x dengan rangkaian, seperti ditunjukkan oleh Gambar 11 berikut (**CRO-Ebook, 2004**).



Gambar 11. Probe osiloskop dengan redaman 10x

Jika diasumsikan impedansi probe $R_P \gg R_S$, maka besarnya kesalahan pengukuran relatif karena pembebanan (**Morris, 2001**) (*loading error*) adalah dihubungkan oleh persamaan (2) berikut dan ditunjukkan oleh Tabel 1.

$$l_e = \frac{V_M - V_S}{V_S} \times 100\% = \left(\frac{R_{IN}}{R_{IN} + R_P} - 1 \right) 100\% \quad (2)$$

Tabel 1. Loading error

No.	R_{IN}	Loading Error, l_e	Keterangan
1	Mic = 2.27kΩ	- 99.97 %	$R_P = 9 \text{ M}\Omega$ [6]
2	Line - In = 31.7kΩ	- 99.65 %	
3	Osiloskop = 1MΩ	- 90.00 %	

Jika pengukuran dilakukan tanpa redaman (tanpa R_P) dan diasumsikan impedansi $R_{IN} \gg R_S$, maka $l_e \approx 0\%$.

Selain memperhatikan impedansi R_S dan R_{IN} , dalam prakteknya kesalahan pengukuran diperkecil dengan menaikkan *pre-amp gain* sebesar redamannya. Jadi jika sinyal mengalami redaman $\frac{1}{10} \times (-20\text{dB})$, maka *gain pre-amp* dinaikkan 10x (+20 dB). Pengaturan ini dapat dilakukan di *setting mic gain*. Walaupun penggunaan *probe* dengan redaman 10x mempunyai kesalahan lebih besar dibanding tanpa redaman, tapi dari segi keamanan rangkaian *soundcard port*, penggunaan *probe* dengan redaman lebih aman.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan analisis terhadap *virtual* osiloskop (osiloskop berbasis PC), didapat kesimpulan sebagai berikut.

1. Untuk pengukuran frekwensi < 20 kHz, osiloskop ini masih layak digunakan untuk menganalisis sinyal tegangan / arus.
2. Kekurangan dari osiloskop ini adalah impedansi input yang rendah ($R_{IN} = 2,27 \text{ k}\Omega$ *pre-amp mic Laptop*) sehingga dari hasil pengukuran akan diperoleh kesalahan yang cukup besar jika impedansi *output* sumber sinyal yang akan diukur mempunyai impedansi $R_S \geq R_{IN}$.
3. Kekurangan virtual osiloskop dapat dikurangi dengan menggunakan input *line-in* pada *external optical usb soundcard* dengan $R_{in} = 31,7 \text{ k}\Omega$.
4. Fasilitas untuk menyimpan merekam dan menyimpan data untuk *post processing*.
5. Fasilitas yang jarang dimiliki osiloskop biasa yaitu *Frequency Spectrum Analyzer, Signal Generator* untuk sinyal *standard* dan *define signal by formula*.

4.2 SARAN

Ada beberapa solusi yang masih dapat dilakukan untuk mendapatkan osiloskop murah dengan kinerja yang lebih baik diantaranya sebagai berikut.

1. Untuk mengatasi masalah impedansi input yang rendah (<100 k Ω) dapat digunakan *pre-amp buffer* dengan menggunakan *single supply op-amp* misal CA3130 dengan impedansi input besar (=1,5 T Ω) dengan harga terjangkau.
2. Penggunaan modul *peripheral* rakitan sendiri dengan menggunakan prosesor *16-Bit Digital Signal Controller dsPIC2020* dari *microchip* seharga \$15 (**Instructables, 2016**).

DAFTAR RUJUKAN

- SainSmart (2016). SainSmart DDS120 Silver PC-Based USB Oscilloscope Digital Storage 20MHz Bandwidth 50MS/s, <http://www.sainsmart.com/sainsmart-dds-120-20m-50m-s-virtual-oscilloscope-silver.html>, akses Juli 2016.
- Instructables. (2016). DIY OSCILLOSCOPE IN A MATCHBOX, <http://www.instructables.com/d/DIY-USB-OSCILLOSCOPE-IN-A-MATCHBOX>, kses Juli 2016.
- Shenzhen E-Life Technology Co. (2016). Optical Sound Card, http://www.aliexpress.com/store/product/External-Optical-USB-Sound-Card-6-Channel-5-1-Audio-Sound-Card-Adapter-SPDIF-Optical-Controller/517181_32375026360.html, akses Juli 2016.
- Zeitnitz, Christian. (2016). *Soundcard Scope*, Christian@Zeitnitz.de, http://www.zeitnitz.de/Christian/scope_en, akses Juli 2016.
- Fiat Uno. (2016). *Fiat Uno Ignition System Circuit and Schematic*, <http://www.wiringdiagrams21.com/2009/04/08/fiat-uno-ignition-system-circuit-and-schematic>, akses Juli 2016.
- CRO-Ebook, (2004). Page 5, Setting up The CRO, , <http://www.9h1mrl.org/workshop/CRO-Ebook-1/html/CRO-P5-SettingUp.html>, akses Juli 2016.
- Morris, Alan. S, (2001). *Measurement & Instrumentation Principles*, 3rd Edition, Butterworth-Heinemann, , akses Juli 2016.