

ALAT UJI SINYAL ULTRASONIK DAN TEGANGAN BATERAI PADA UNDERWATER LOCATOR BEACON

Sutoyo, Hartono Pranjoto*, Albert Gunadhi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya, Indonesia

Setiap pesawat terbang mempunyai *flight data recorder (FDR)* dan setiap kapal laut memiliki *voyage data recorder (VDR)* yang sering diterjemahkan oleh kalangan umum sebagai kotak hitam atau *black box*. Sehingga seandainya pesawat jatuh di air atau kapal tenggelam, maka FDR atau VDR tersebut menjadi suatu barang bukti yang amat penting untuk mengetahui penyebab kecelakaan dan bagaimana menghindarinya pada masa mendatang. Untuk menemukan FDR atau VDR tersebut di dalam air yang amat luas diperlukan sebuah perangkat khusus-dinamakan *Underwater Locator Beacon* atau ULB – yang akan mengeluarkan sinyal di dalam air secara otomatis saat terendam dalam air.

Keberadaan ULB yang berfungsi dengan baik merupakan faktor utama penemuan kotak hitam dengan mudah. ULB adalah sebuah perangkat yang dipasang ditempat perekaman data pada FDR maupun VDR. Di dalam air ULB akan mengeluarkan sinyal ultrasonik dengan frekuensi $37,5 \text{ kHz} \pm 1 \text{ kHz}$ dengan durasi 0,01 detik dalam interval 1 detik.

Metode test untuk ULB dengan cara ULB akan dimasukan ke dalam lubang alat test yang telah disediakan. Pada awalnya alat akan mengecek tegangan pada baterai ULB setelah dilakukan pengujian baterai ULB maka selanjutnya adalah menguji frekuensi yang dikeluarkan oleh ULB. Setelah melakukan pengujian tersebut hasil akan ditampilkan dalam bentuk tulisan pada *Liquid Crystal Display (LCD)*, nyala lampu pada *Light Emitting Diode (LED)* dan suara pada *Buzzer*.

Hasil pengujian dari skripsi ini, menunjukkan bahwa bagian mulai dari ultrasound, mikrokontroler ATmega88PA, DC to DC Converter bekerja dengan baik, namun dari hasil pengujian menunjukan bahwa pengukuran tegangan kurang presisi. Hal ini terjadi karena tegangan referensi yang berasal dari DC to DC Converter kurang stabil

Kata kunci : *Underwater Locator Beacon, Sinyal Ultrasonik, ATmega88PA*

I. Pendahuluan

Black box merupakan alat untuk merekam informasi yang terjadi dalam pesawat atau kapal selama perjalanan. Jika terjadi kecelakaan, maka informasi yang berada didalam *black box* dapat digunakan untuk menyimpulkan penyebab terjadinya kecelakaan dan bagaimana menghindarinya pada masa mendatang. Dalam pengembangannya *black box* dibagi menjadi dua bagian yaitu *Flight Data Recorder (FDR)* dan *Cockpit Voice Recorder (CVR)*.

Setiap *black box* harus dilengkapi dengan sebuah *Underwater Locator Beacon (ULB)* yang merupakan suatu alat yang dapat mengeluarkan sinyal ultrasonik dengan frekuensi $37,5 \text{ kHz} \pm 1 \text{ kHz}$ pada saat ULB terendam dalam air. ULB merupakan bagian penting yang berfungsi untuk membantu ditemukannya lokasi *black box* yang terendam dalam air dengan bantuan *Remote Operated Vehicle (ROV)*. ULB akan memancarkan sinyal ultrasonik jika terendam dalam air karena ULB memiliki catu daya tersendiri didalamnya yang mampu bekerja dalam kondisi *standby* selama minimum 6 tahun dan dalam kondisi aktif selama minimum 30 hari. Pada *black box* pesawat ULB akan diuji secara rutin setiap 300 kali penerbangan atau

500 jam penerbangan. Dalam pengujian ULB, ULB harus diuji baik kondisi fisik maupun kondisi baterai serta sinyal ultrasonik yang dipancarkannya.

ULB setiap tahunnya wajib dilakukan pengujian secara rutin yang meliputi kondisi fisik, kondisi sinyal ultrasonik dan baterai. Hal ini penting agar pada saat ULB terendam dalam air dapat dipastikan ULB berfungsi. Tester yang beredar di pasaran menurut penulis tidak sederhana dan sulit digunakan. Melihat kasus yang ada dalam tester yang sudah ada maka penulis memiliki sebuah gagasan yaitu menggabungkan kedua alat tersebut dalam satu alat dengan metode pengetesan yang lebih sederhana. Alat tester akan berbentuk kotak dengan lubang sebesar ukuran ULB. Pada saat ULB ditancapkan dalam lubang dan ditekan maka tester akan melakukan pengukuran tegangan baterai secara otomatis dan sesudahnya akan mengaktifkan ULB untuk memancarkan sinyal ultrasonik dan mendeteksi sinyal tersebut yang dikeluarkan oleh *ultrasound*. Masalah yang muncul dalam pengerjaan alat adalah:

1. Membuat alat yang praktis, sederhana dan mudah dibawa.

2. Alat mampu mendeteksi sinyal dengan frekuensi 37,5KHz \pm 1Khz, yang berfungsi mengetahui apakah *Underwater Locator Beacon* dalam keadaan baik atau tidak.
3. Mampu mengukur tegangan pada *Underwater Locator Beacon* dengan error \pm 2%.
4. Mampu melakukan *self-test* pada alat tester apakah baterai dalam kondisi baik atau tidak.

Agar sistem ini lebih spesifik dan terarah, maka pembahasan masalah dalam program ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

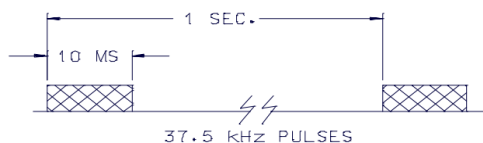
1. Mampu mengukur tegangan baterai pada *Underwater Locator Beacon*.
2. Menggunakan ultrasound transduser dalam mendeteksi signal ultrasonik yang dikeluarkan oleh ULB.
3. Menggunakan sistem minimum mikrokontroler ATMEGA88PA sebagai pengolah data.
4. Menggunakan baterai *Handphone*/baterai Lithium 3,7V.
5. Mampu melakukan *self-test* pada baterai alat tester yang berfungsi untuk menjaga kualitas pengukuran dari ULB.
6. Kondisi fisik ULB normal tanpa kerusakan.

Tujuan dari pembuatan skripsi ini yaitu untuk mempermudah teknisi dalam melakukan pengujian rutin pada *Underwater Locator Beacon* pesawat maupun kapal. Karena pada saat berada di lapangan, seorang teknisi membutuhkan alat-alat yang praktis dan mudah dibawa.

II. Tinjauan Pustaka

II.1. Prinsip Kerja Under Locator Beacon

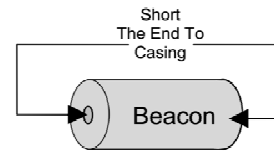
Pada saat ULB terendam air atau kutub dan badan ULB terhubung singkat maka ULB akan aktif dengan tanda yaitu mengeluarkan sinyal ultrasonik yang berdenyut selama 10 *milisecond* setiap detiknya seperti tersaji pada diagram waktu pada Gambar 1. Sinyal ultrasonik ini dibangkitkan menggunakan baterai lithium yang terdapat dalam kemasannya.



Gambar 1. Pulsa ULB

ULB bekerja karena adanya kontak antara bagian kutub ULB dengan bagian kemasan sehingga mengakibatkan *short-circuit* dan

menjadikan ULB menjadi aktif seperti tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Short-circuit Under Locator Beacon

ULB sendiri memiliki general spesifikasi yaitu :

Operating Frequency : 37,5 kHz \pm 1 kHz

Operating Depth : 0-20.000 feet (6.096 meters)

Pulse Length : \geq 9 ms

Pulse Repetition Rate : \geq 0,9 pulses per second

Battery : Lithium P/N C362-04270-2, standard, (Lithium content = 0,7 grams), Lithium P/N C362-04270-1, optional, (Lithium content = 1,8 grams)

Operating Life : \geq 30 days with standard lithium battery \geq 90 days with optional lithium battery

Battery Storage Life in Beacon : 7 years

Activation : Fresh or salt water immersion

Case Size : 1,30 inches (3,30 cm) diameter 3,92 in (9,95cm) long

Case Material : 7075 T6 aluminum

Dalam melakukan pengetesan ditentukan dua kriteria baik dan tidaknya suatu ULB (tersaji pada gambar 3.):

ULB dikatakan baik jika:

- Tegangan baterai \geq 2,97 Volt
- Sinyal ultrasonik yang dikeluarkan ULB memiliki 1 pulsa per detiknya

CODE	MINIMUM ACCEPTABLE VOLTAGE
B	2.97 VOLTS
C	2.97 VOLTS
D	2.97 VOLTS

Gambar 3 Minimum acceptable voltage (sumber DK 100 series)

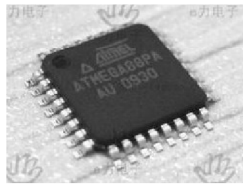
ULB dikatakan rusak jika:

- Tegangan baterai $<$ 2,97 Volt
- Sinyal ultrasonik yang dikeluarkan ULB memiliki pulsa lebih dari 1 disetiap detiknya

II.2. Mikrokontroler ATMEGA88-PA

Mikrokontroler ATMEGA88-PA merupakan suatu *chip* yang berfungsi mengontrol suatu rangkaian elektronik agar dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diinginkan. IC ini dapat diprogram secara *In-System Programing* (ISP) dan mampu diprogram secara berulang-ulang sebanyak 10.000 kali

tulis/hapus (*write/erase*). Gambar mikrokontroler ATMEGA88-PA tersaji pada Gambar 4.

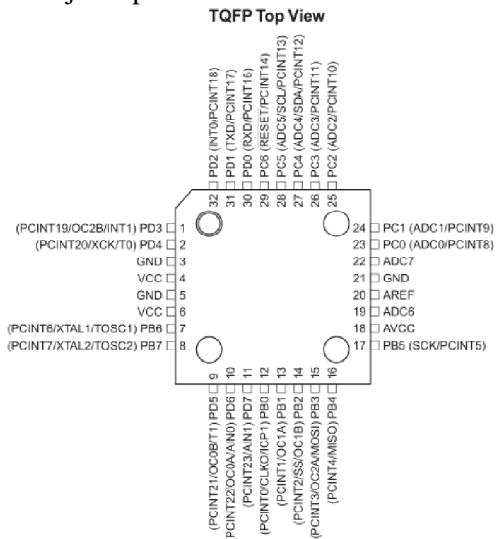


Gambar 4. ATMEGA88-PA

Berikut adalah fitur-fitur yang dimiliki ATMEGA88-PA :

1. Memiliki Tegangan kerja antara 1,8V-5,5V.
2. Memiliki 8 KB *Flash Memory* dan 8 kanal ADC dengan resolusi 10 bit.
3. Memiliki *Input/Output(I/O)* sebanyak 32 pin yang terbagi menjadi 3 PORT, yaitu PORT B, PORT C, dan PORT D.
4. Impedansi ADC 100M Ohm.

Adapun konfigurasi pin-pin dari ATMEGA88-PA disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Konfigurasi pin ATMEGA88-PA

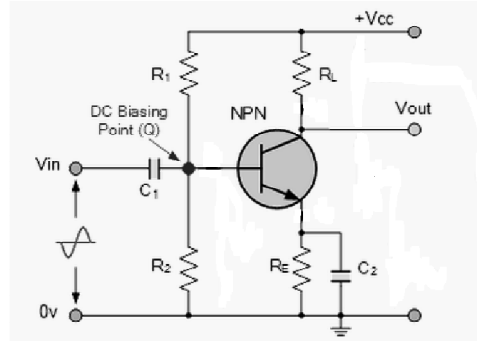
Gambar 5 memperlihatkan konfigurasi pin – pin ATMEGA88-PA yang mana akan digunakan dalam perancangan alat ini, Beberapa hal umum tentang ATMEGA88-PA :

- VCC : Tegangan supply 5 V DC
- GND : Ground 0 V DC
- Port B : 7 pin I/O untuk LED, *Buzzer*, *relay*, *switch on/off* dan *switch tester* baterai.
- Port C : 2 pin I untuk ADC.
- Port D : 6 pin I/O untuk LCD, 1 pin *Input* untuk *Interrupt*.

II.3. Transistor

Transistor merupakan sebuah semikonduktor yang memiliki respon cepat. Pada kali ini digunakan transistor *Negative-*

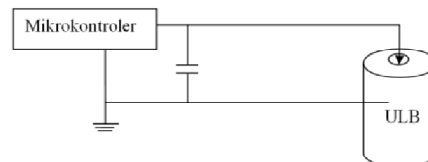
Positive-Negatif. Transistor yang digunakan berada di daerah operasi A. Maksud dari daerah operasi A adalah transistor selalu beroperasi di daerah aktif. Rangkaian penguat operasi A disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian penguat operasi A

II.4. Pengukuran Tegangan

Pengukuran tegangan dilakukan dengan menambahkan kapasitor sebelum masuk ke dalam ADC mikrokontroler seperti disajikan Gambar 7. Kapasitor ini berfungsi sebagai kapasitor *Decoupling*. Impedansi pada baterai sebesar 200mΩ-250mΩ, sedangkan impedansi pada mikrokontroler sebesar 100MΩ. Impedansi ADC yang sangat besar berfungsi agar arus dari baterai ULB tidak masuk dalam ADC mikrokontroler.



Gambar 7. Cara pengukuran tegangan

II.5. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD merupakan sebuah layar elektronik yang memiliki fungsi pengaplikasian yang banyak. Dalam penggunaannya LCD modul mudah dalam penggunaan karena dapat diprogram. Contoh tampilan LCD 8x2 disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan LCD 8x2

LCD 8x2 memiliki arti 8 karakter di tiap baris dan 2 baris. Dalam mengaktifkan LCD

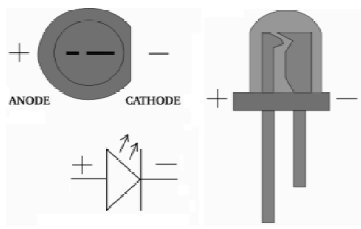
terdapat beberapa pin yang di gunakan antara lain:

Tabel 1. Konfigurasi pin LCD

Pin No	Symbol	Level	Deskripsi
1	Vss	Ground (0V)	Ground
2	Vdd	Supply Voltage; 5v (4,7V-5,3V)	Supply voltage for logic
3	VEE	Contrast Adjustment (variable)	Operating voltage for LCD
4	RS	H / L	H: Data, L : Instruction Code
5	R/W	H / L	H: read, L: write
6	E	H	Chip enable signal
7	DB0	H / L	Data Bit 0
8	DB1		Data Bit 1
9	DB2		Data Bit 2
10	DB3		Data Bit 3
11	DB4		Data Bit 4
12	DB5		Data Bit 5
13	DB6		Data Bit 6
14	DB7		Data Bit 7

II.6. Light Emitting Diode (LED)

LED merupakan sebuah dioda yang memiliki polarisasi dan banyak digunakan sebagai lampu indikator. Dimana arus hanya bisa mengalir dari *anode* (positive) ke *katode* (negative). Dalam hal ini LED akan menyala bila ada arus listrik mengalir dari *anoda* menuju *katoda*.



Gambar 9. LED

III. Metode Penelitian

Pada pembuatan alat ini, terdapat dua bagian besar yang saling berhubungan, yaitu perancangan *hardware* dan *software*. Kedua bagian ini saling melengkapi untuk melaksanakan fungsi alat. Pada perancangan *hardware*, meliputi perancangan dan pembuatan rangkaian pendeteksi sinyal ultrasonik ULB, *DC to DC converter*, mikrocontroler, dan indikator audio/video. Sedangkan perancangan *software* meliputi perancangan dan pembuatan program yang akan digunakan dalam penelitian ini.

III.1. Perancangan Alat

Diagram blok dari sistem yang dibuat disajikan pada Gambar 10. Penjelasan dari Gambar 10 adalah sebagai berikut :

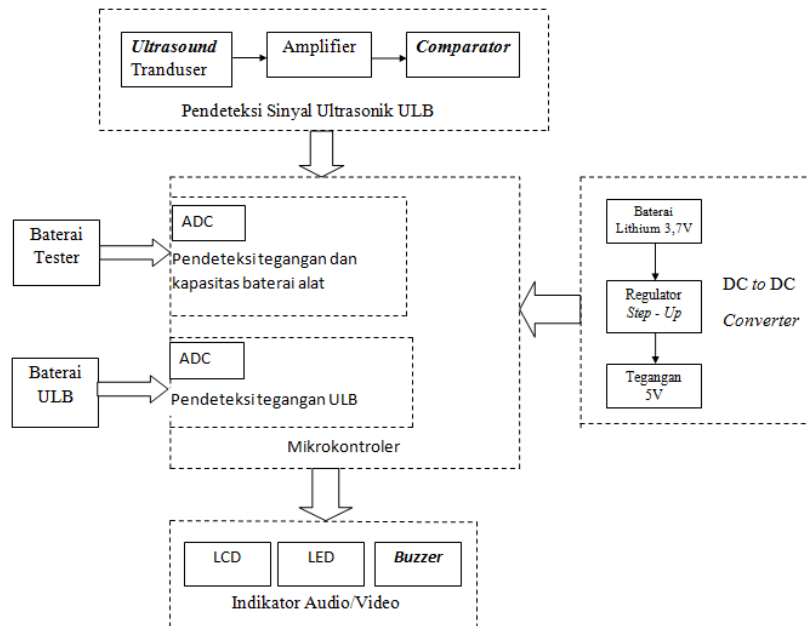
1. Alat ini terdiri dari rangkaian pendeteksi sinyal ultrasonik ULB yang menggunakan *ultrasound transducer* sebagai penerima sinyal yang dikeluarkan dari ULB. Karena sinyal yang diterima oleh ultrasonik transducer sangat kecil maka perlu dilakukan penguatan terhadap sinyal yang diperoleh, rangkaian penguat ini menggunakan transistor. Sinyal yang diperoleh akan dilewatkan pada rangkaian komparator untuk dibandingkan terhadap tegangan referensi agar sinyal berbentuk pulsa *square*. Pulsa *square* yang dihasilkan oleh komparator akan diproses oleh mikroprosesor ATmega88PA. Sinyal yang masuk dalam ATmega88PA akan dihitung jumlah sinyalnya dalam 10 ms, jika banyak pulsa sebesar 365-385 pulsa(1/10 dari $3,75\text{Khz} \pm 1\text{Khz}$) dalam 10 ms maka ULB akan dikatakan dalam kondisi baik, jika diluar *range* tersebut maka ULB dinyatakan kondisinya buruk.
2. Selain melakukan pendeteksian terhadap sinyal ULB juga dilakukan pengesanan pada tegangan baterai dari ULB, tegangan baterai ULB merupakan salah satu syarat dalam suatu pengujian ULB sehingga jika tidak sesuai dengan standart maka ULB dinyatakan tidak layak. pengujian dilakukan dengan menggunakan ADC yang dimiliki oleh mikroprosesor.
3. Selain pengujian terhadap ULB maka perlu dilakukan juga pengujian terhadap kondisi alat tester apakah dalam kondisi layak pakai atau tidak. Pengujian yang dilakukan dalam bentuk pengukuran kapasitas dan tegangan dari baterai lithium yang digunakan apakah dalam kondisi layak pakai atau harus diganti

III.2. Perancangan Hardware

Rangkaian *DC to DC converter* merupakan rangkaian *Step-up Voltage regulator* yang menggunakan IC MC34053A yang menaikkan tegangan dari baterai lithium 3,7V menjadi $7\text{V} \pm 0,1\text{V}$. Tegangan $7\text{V} \pm 0,1\text{V}$ akan dilewatkan regulator 7805 yang berfungsi untuk menurunkan tegangan menjadi $5 \pm 0,1\text{V}$ yang berfungsi mensupply tegangan pada perangkat elektronik yang digunakan.

Dalam pengoperasiannya MC34053A memiliki tegangan kerja mulai dari 3V sampai

40V untuk inputnya. Rangkaian dari DC to DC Converter disajikan pada Gambar 11.

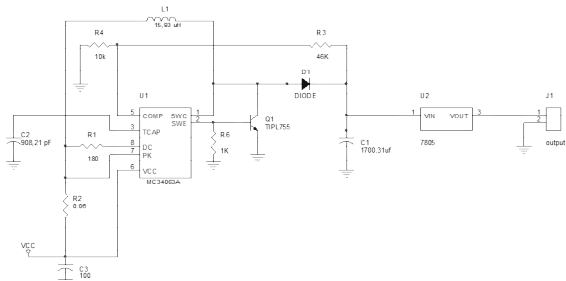


Gambar 10. Diagram Blok

Rangkaian pendeteksi sinyal ultrasonik digunakan untuk mendengarkan sinyal dari ULB. Sinyal ULB akan didengarkan oleh *ultrasound transducer*.

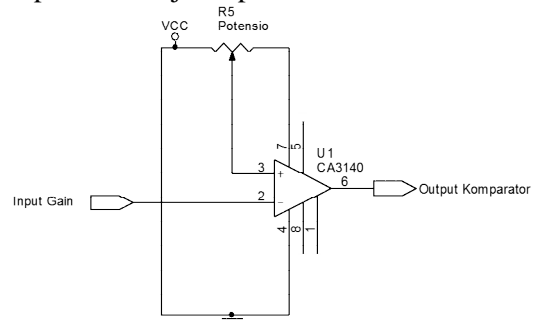
membandingkan tegangan input dengan tegangan referensi tertentu dan akan menghasilkan output berupa logika *high* dan *low*.

Jika tegangan input lebih besar dari tegangan referensi maka output komparator adalah logika 1 (*high*), sedangkan jika tegangan input lebih kecil dari tegangan referensi maka output komparator akan logika 0 (*low*). Pengaturan besarnya tegangan referensi dilakukan dengan mengatur nilai resistor variabel. Besar tegangan referensi didapat dari tegangan dari power supply. Rangkaian dari komparator disajikan pada Gambar 13.

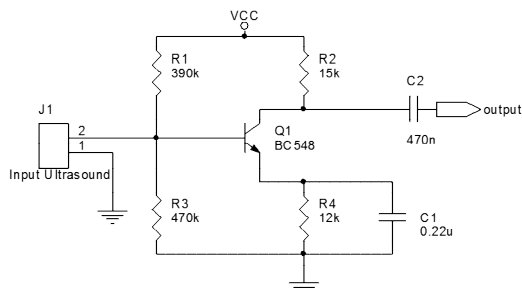


Gambar 11. Rangkaian DC to DC Converter

Sinyal yang diperdengarkan oleh *ultrasound transducer* akan di *gain* oleh transistor. Hasil dari *gain* akan diproses dalam komparator. Rangkaian gain sinyal disajikan pada Gambar 12



Gambar 13. Rangkaian Komparator

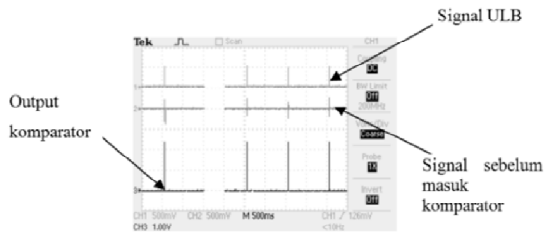


Gambar 12. Rangkaian Gain Sinyal

Rangkaian komparator adalah rangkaian untuk mengkondisikan sinyal dengan

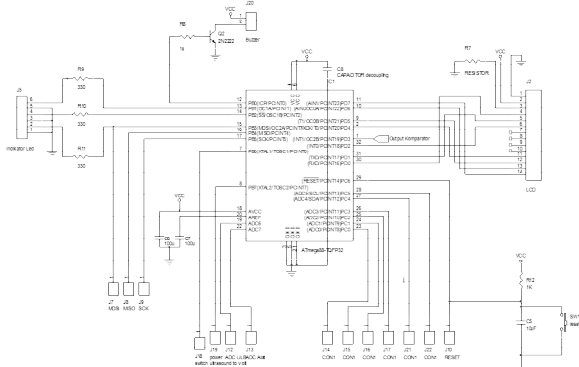
Ultrasound yang menerima sinyal input dari ULB akan mengeluarkan sinyal analog dimana sinyal tersebut akan dilewatkan ke dalam komparator. Pada saat nilai tegangan analog meningkat dari 0 V sampai batas tegangan referensi maka nilai output dari komparator akan bernilai 0 sedangkan pada saat

nilai sinyal analog dari nilai puncak turun menuju batas nilai tegangan referensi maka nilai komparator akan bernilai 1. Hasil dari output komparator disajikan pada Gambar 14.



Gambar 14. Hasil output sinyal komparator

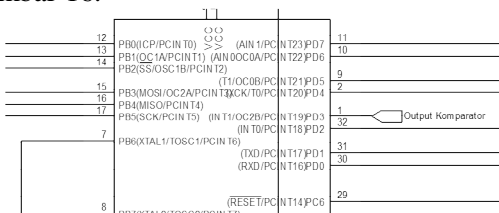
Mikrokontroler merupakan pusat dari semua yang akan di proses. Proses yang dilakukan dalam mikrokontroler antara lain adalah proses penghitungan sinyal, pengukuran baterai ULB, pengukuran baterai alat, dan tampilan indikator (LCD, LED dan buzzer). Tampilan dari keseluruhan rangkaian dari mikrokontroler disajikan pada Gambar 15.



Gambar 15. Rangkaian Mikrokontroler

Rangkaian mikrokontroler yang terhubung dengan rangkain lain adalah:

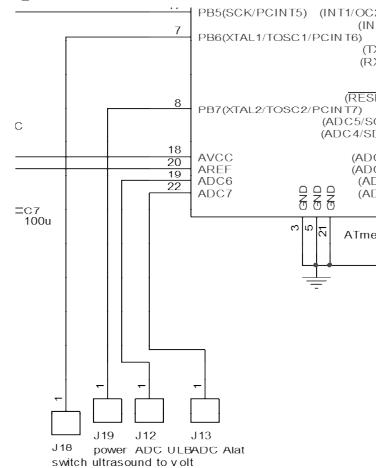
Pin D1 merupakan pin yang berfungsi menerima sinyal input dan memiliki fungsi Interrupt yang digunakan untuk menghitung frekuensi. Hubungan mikrokontroler dengan rangkaian penerima sinyal disajikan pada Gambar 16.



Gambar 16. Hubungan mikrokontroler dengan rangkaian penerima sinyal

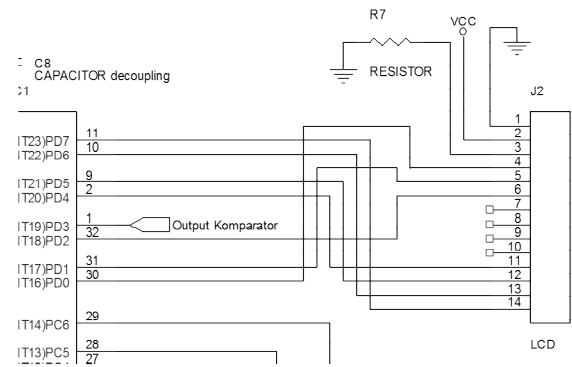
Pengukuran tegangan pada baterai ULB dan baterai alat digunakan pin ADC. Pin ADC yang digunakan adalah pin ADC6 (ADC untuk baterai

ULB) dan ADC7 (ADC untuk baterai alat) dan tegangan referensi yang digunakan adalah AVCC yang memiliki tegangan sebesar 5V yang berasal dari power supply. Hubungan rangkaian mikrokontroler dengan pengukur tegangan disajikan pada Gambar 17.



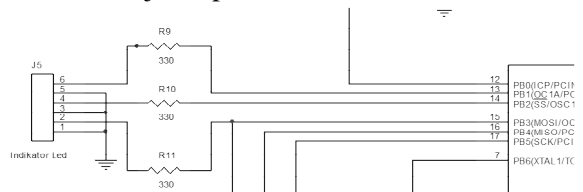
Gambar 17. Hubungan rangkaian mikrokontroler dengan pengukur tegangan

Tampilan untuk mengaktifkan LCD menggunakan PORTD. Hubungan rangkaian mikrokontroler dengan LCD disajikan pada Gambar 18.



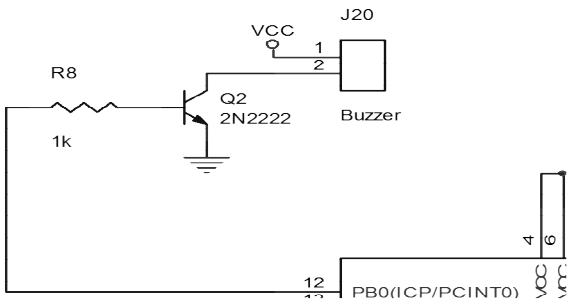
Gambar 18 Hubungan rangkaian mikrokontroler dengan LCD

Indikator yang menggunakan LED terdapat 3 buah dimana masing-masing terdapat pada Pin B.1, Pin B.2, Pin B.3. Gambar rangkaian tersebut disajikan pada Gambar 19.



Gambar 19. Hubungan mikrokontroler dengan LED indikator

Pin Buzzer ini terletak pada Pin B.0, penempatan transistor ini digunakan untuk menambahkan arus pada buzzer. Hubungan mikrokontroler dengan Buzzer disajikan pada Gambar 20.



Gambar 20. Hubungan mikrokontroler dengan Buzzer

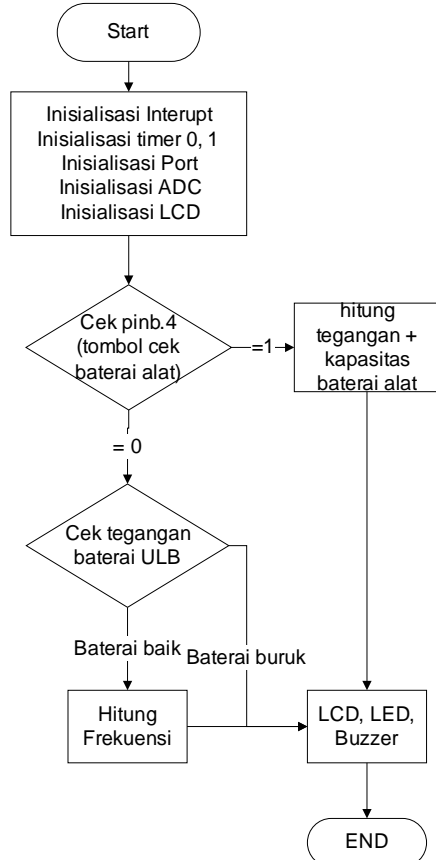
III.3. Perancangan Software

Pada saat ULB di tancapkan kedalam alat maka secara otomatis power akan hidup sehingga mikrocontroler akan aktif dan menjalankan program utama. Pada program utama berisikan beberapa subroutin antara lain adalah *subroutine* untuk pengujian frekuensi, penghitungan tegangan baterai ULB dan perhitungan tegangan dan kapasitas baterai alat. pada saat alat mulai di-start maka hal pertama kali yang dilakukan mikrokontroler adalah menguji apakah terdapat sinyal input dari pin B.4 atau tombol cek baterai alat. Jika terdapat sinyal input dari tombol cek baterai alat maka mikroprosesor akan langsung melakukan pengujian tegangan dan kapasitas dari baterai alat, sedangkan jika tidak terdapat sinyal input dari pin B.4 maka mikrokontroler akan melakukan pengujian terhadap ULB. Pertama kali yang dilakukan dalam pengujian ULB adalah menguji tegangan baterai ULB apakah masih sesuai standart atau tidak, jika sesuai standart maka akan dilanjutkan pengujian terhadap sinyal ULB sedangkan jika tidak sesuai standart maka alat tidak akan melakukan pengujian terhadap sinyal ULB. Hasil dari pengujian yang dilakukan akan di tampilkan pada layar LCD, LED dan bentuk bunyi yang dihasilkan buzzer. *Subroutine (Flowchart)* dari program utama disajikan pada Gambar 21.

III.4. Sub-routine untuk menghitung frekuensi

Pada pembuatan program ini menggunakan 1 buah *interrupt* yaitu *ext_int1* yang digunakan sebagai awal *start* timer, sedangkan timer yang digunakan sebanyak 2 buah timer yaitu timer 0 dan timer 1

- *Ext interrupt* berfungsi sebagai penghitungan frekuensi yang didapat, setiap terjadi *interrupt* maka akan terus di tambah sampai *interrupt* selesai
- Timer 0 berfungsi sebagai timer 10 ms
- Timer 1 berfungsi sebagai timer 10 detik sehingga akan di ulang terus sampai mencapai 10x.

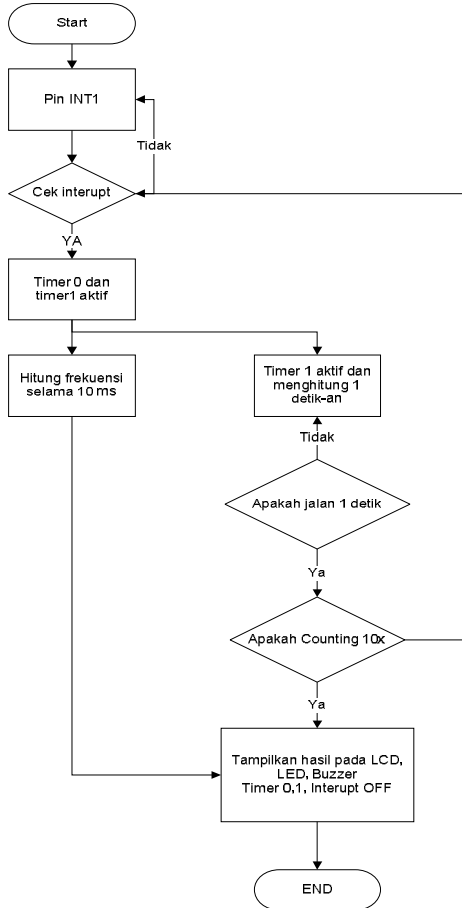


Gambar 21. Flowchart Program Utama

Berdasarkan *interrupt*, dan timer yang sudah di-setting maka dimiliki alur seperti gambar 3.15. alur diawali dengan menguji apakah ada sinyal dari output komparator, jika mendapat sinyal dari komparator secara otomatis maka mikrokontroler akan mengaktifkan *external interrupt*. *External interrupt* aktif maka timer 0 dan 1 akan aktif, dimana timer 0 berfungsi sebagai timer 10ms, timer 1 berfungsi sebagai timer 1 detik. Setiap 1 detik maka timer 1 akan mereset timer 0 dan *interrupt* agar dimulai dari awal. Setelah 10 detik secara otomatis timer 1 akan menghentikan timer 0 dan *interrupt*. Hasil yang diperoleh akan ditampilkan berupa LCD, LED dan buzzer. Flowchart dari sub-routin hitung frekuensi disajikan pada Gambar 22.

III.5. Sub-routine untuk pengukuran tegangan baterai ULB

Dalam pengukuran tegangan baterai ULB menggunakan ADC dari mikroprosesor dengan menggunakan tegangan referensi dari power supply sebesar 5,3V pengambilan data dari ADC dilakukan sebanyak 50x dengan selang waktu pengambilan sampel sebesar 10ms.



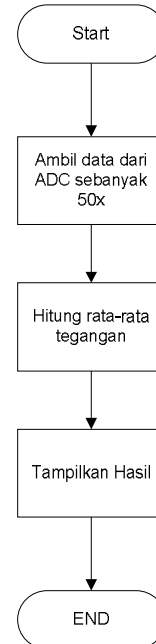
Gambar 22. Flowchart hitung frekuensi

Setelah didapat data sebanyak 50x maka akan dirata-rata dan selanjutnya akan ditampilkan pada LED, LCD dan buzzer. Alur program disajikan pada Gambar 23.

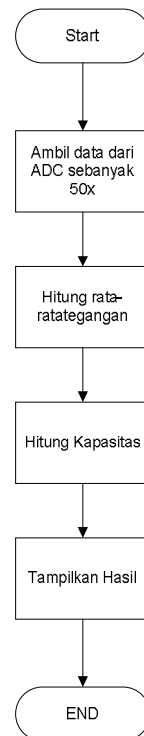
III.6. Sub-routine untuk pengukuran tegangan baterai alat

Dalam pengukuran tegangan alat menggunakan ADC dari mikrokontroler dengan menggunakan tegangan referensi dari power supply sebesar 5,3V. Pengambilan data dari ADC dilakukan sebanyak 50 kali dengan selang waktu 10ms, setelah mencapai 50x pengambilan data selanjutnya di rata-rata. Hasil rata-rata yang diperoleh akan dimasukkan kedalam persamaan untuk dikonfersi menjadi besaran tegangan. Hasil rata-rata yang diperoleh akan dimasukkan kedalam persamaan untuk menghitung kapasitas agar diperoleh besar kapasitansi dari

baterai tersebut. Alur program disajikan pada Gambar 24.



Gambar 23 Flowchart hitung tegangan ULB



Gambar 24. Flowchart hitung tegangan alat

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengukuran dan pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kinerja alat yang telah dirancang dan dibuat.

Pengukuran dan pengujian yang dilakukan antara lain:

- Pengukuran rangkaian *DC to DC converter*

- Pengukuran sinyal ULB
- Pengukuran tegangan ULB
- Pengukuran tegangan dan kapasitas alat tester

IV.1. Pengukuran Rangkaian DC to DC Converter

Pengukuran dan pengujian rangkaian DC to DC converter ini bertujuan untuk memastikan rangkaian DC to DC converter bekerja dengan baik. Tegangan yang diuji berasal dari baterai lithium-ion sebesar 3,7V yang akan dinaikan menjadi tegangan 5V ±0,1V. Pengujian akan dilakukan dalam kondisi berbeban (kondisi alat aktif) dan kondisi tanpa beban. Indikasi rangkaian bekerja baik bila tegangan output sebesar 5V ±0,1V. Hasil dari pengukuran disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian DC to DC converter

Tegangan baterai	Output berbeban	Output tanpa beban
4,02V	5,05 V	5,00 V
3,91V	5,06 V	5,01 V
3,84V	5,06 V	4,99 V
3,57V	5,05 V	5,01 V
3,48V	5,03 V	5,00 V

Berdasarkan pengukuran tegangan DC to DC converter maka dapat disimpulkan bahwa tegangan yang dikeluarkan oleh DC to DC converter sesuai dengan keinginan pada saat tidak berbeban, akan tetapi pada saat berbeban terjadi peningkatan tegangan. Ini terjadi dimungkinkan karena kurang besarnya arus yang dikeluarkan sehingga tegangan menjadi meningkat.

IV.2. Pengukuran sinyal ULB

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat dapat menangkap sinyal ULB yang dikeluarkan. Dalam pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 cara yaitu menggunakan ULB asli dan menggunakan rangkaian mikrokontroler yang mengeluarkan sinyal 10 m akan tetapi berbeda frekuensi. Alat akan dikatakan baik jika mampu mendeteksi sinyal yang dikeluarkan ULB yaitu sebesar 37,5Khz ±1Khz. Sinyal yang memiliki range 37,5Khz ±1Khz akan dikatakan baik dan diluar 37,5Khz ±1Khz akan dikatakan buruk. Hasil pengukuran sinyal disajikan pada Tabel 3.

Pada pengukuran menggunakan ULB asli yang mengeluarkan frekuensi 37,71 Khz di dapat rata-rata pengukuran sebesar 36,99 Khz sehingga didapat tingkat perbedaan pengukuran seperti pada Persamaan (1).

$$\begin{aligned} \% \text{ error} &= \frac{\text{nilai terbaca}-\text{nilai sebenarnya}}{\text{nilai sebenarnya}} \times 100\% \dots (1) \\ &= \frac{(36,99-37,71) \text{ Khz}}{37,71 \text{ Khz}} \times 100\% \\ &= 2,059\% \end{aligned}$$

Tabel 3. Hasil Pengujian perhitungan frekuensi ULB

ULB kondisi baik 37,71 Khz	Mikrokontroler 48,08 KHz	Mikrokontroler 32,45 KHz
36,9 Khz (good)	40,6 Khz (bad)	34,2 Khz (bad)
37,1 Khz (good)	40,0 Khz (bad)	33,9 Khz (bad)
36,6 Khz (good)	40,1 Khz (bad)	32,7 khz (bad)
36,7 Khz (good)	40,3 Khz (bad)	33,7 Khz (bad)
37,3 Khz (good)	40,6 Khz (bad)	34,0 Khz (bad)

Berdasarkan perhitungan alat berfungsi dengan baik sesuai dengan pengukuran dan pengujian dengan kesalahan sebesar ±2,059%

Pada pengukuran menggunakan virtual ULB yang dibuat menggunakan mikrokontroler pada frekuensi 48,08Khz rata-rata yang didapat adalah 40.4 Khz. Hal ini tampak jauh dari pengukuran dikarenakan batas maksimum dari ultrasound transduser adalah sebesar 40Khz sehingga ketika diberikan frekuensi lebih dari 40 Khz maka yang terbaca adalah maksimum dari ultrasound transduser yaitu sebesar ±40Khz.

Pada pengukuran menggunakan virtual ULB yang dibuat menggunakan mikrokontroler pada frekuensi 32,45 Khz didapat rata rata pengukuran sebesar 33,81 Khz sehingga didapat tingkat perbedaan yang tersaji pada Persamaan (2).

$$\begin{aligned} \% \text{Error} &= \frac{\text{nilai terbaca}-\text{nilai sebenarnya}}{\text{nilai sebenarnya}} \times 100\% \dots (2) \\ &= \frac{(33,82-32,45) \text{ Khz}}{32,45 \text{ Khz}} \times 100\% \\ &= 4,221\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan alat berfungsi tetapi tidak sesuai dengan standart karena kesalahan pengukuran sebesar ±4,221% dan ini jauh melebihi dari 2%

IV.3. Pengukuran Tegangan Baterai ULB

Pengujian tegangan baterai ULB ini untuk memastikan bahwa alat mampu mengukur tegangan baterai ULB dan mampu menyimpulkan kondisi baterai. Dalam kasus ini baterai ULB dikatakan layak jika tegangan baterai sebesar 2,97V. Jika dibawah 2,97V maka dikatakan tidak layak. Untuk memastikan pengukuran tegangan maka alat yang dibuat

akan dibandingkan dengan Voltmeter Sanwa CD800a dan Voltmeter Constan89. Hasil pengukuran baterai ULB disajikan pada Tabel 4.

Dari hasil pengukuran yang didapat maka perbedaan antara alat yang dibuat dengan Voltmeter SanwaCD800a dan Voltmeter Constan89 sebesar 0,437%.

Tabel 4. Hasil pengujian pengukuran baterai ULB

Pengukuran	Alat tester	Sanwa CD800a	Constant 89
ke-1	2,95	2,98 V	2,97 V
ke-2	2,98	2,97 V	2,97 V
ke-3	2,99	2,98 V	2,97 V
ke-4	3,01	2,98 V	2,97 V
ke-5	3,00	2,97 V	2,97 V
Rata-rata	2,986	2,976 V	2,97 V

IV.4. Pengukuran Tegangan dan Kapasitas baterai Alat

Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan pengukuran alat yang dibuat dengan Voltmeter yang berada dipasaran. Voltmeter yang digunakan untuk membandingkan adalah Sanwa CD800a dan Constant89. Kondisi pengujian dan pengukuran pada baterai alat dilakukan dengan mengambil nilai tengah dari tegangan baterai yaitu $\pm 3,7$ V. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Baterai Alat

Pengukuran	Alat tester	Sanwa CD800a	Constant 89
ke-1	3,75	3,82	3,80 v
ke-2	3,74	3,81	3,80
ke-3	3,75	3,82	3,81
ke-4	3,73	3,82	3,80
ke-5	3,74	3,82	3,81
Rata-rata	3,742	3,818	3,804

Dari hasil perbandingan alat yang dibuat dengan alat yang dijual dipasaran maka diperoleh selisih hasil pengukuran sebesar 1,63%. Hal ini dikatakan baik karena lebih kecil dari yang di targetkan sebesar 2%.

V. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian alat yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat mampu menjalankan fungsi yang diinginkan untuk melakukan pengukuran terhadap frekuensi dan tegangan ULB serta mengukur tegangan baterai alat dan kapasitas baterai alat dan mampu menampilkan hasil dalam bentuk LCD, LED dan *Buzzer*.

2. Arus yang cukup besar dihasilkan oleh transistor mengakibatkan efek panas pada transistor dan IC MC34053A.
3. Penyebab kesalahan pengukuran tegangan disebabkan karena tegangan referensi yang kurang stabil ini terjadi karena efek panas yang dihasilkan transistor dan IC MC34053A pada *power supply*.
4. Pengukuran tegangan dengan perbandingan voltmeter yang lain dikatakan baik karena tingkat kesalahan dibawah 2%.
5. Ultrasound transducer memiliki batas maksimal dalam penerimaan frekuensi yaitu sebesar 40Khz sehingga frekuensi lebih dari 40Khz akan terbaca sebesar ± 40 Khz.

Daftar Pustaka

- [1] Andrianto, Heri, Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16 Menggunakan Bahasa C(CodeVision AVR), Informatika Bandung, 2008.
- [2] Malvino, Albert P. dan Bates, David J., Electronic Principles, 7th edition, McGraw-Hill, 2006.
- [3] Dukane Seacom, Inc. 12 Februari 2009. DK Series Underwater Accoustic Beacon, (Online) (<http://www.dukane.com/seacom/products/beacons.htm>, diakses pada 24 Februari 2013)
- [4] Teledyne Benthos, Inc. Juni 2011. ELP-362D Emergency Locator Beacon, (Online) (http://www.benthos.com/pdf/elp362D%20_001815_%20rev%20L.pdf, diakses pada 24 Februari 2013)
- [5] Seacom Dukane. 1 Maret 2009. Technical Manual Underwater Acoustic Beacon Model DK100/DK120/DK130/DK140, (Online) (http://www.rjeint.com/pdf/DK100Series_16.pdf, diakses pada 24 Februari 2013)
- [6] Kak111. 1 Januari 2011. Any IC to convert 3.7v to 5v. Edaboard, (Online) (<http://www.edaboard.com/thread226467.html>, diakses pada 26 Februari 2013)
- [7] Texas Instruments. November 2007. Application of the MC34063 Switching Regulator.(Online) (<http://www.ti.com/lit/an/slva252b/slva252b.pdf> diakses pada 26 Februari 2013)
- [8] B757 Maintenance Program Manual, (Online) (<http://www.docstoc.com/docs/23547296/B757-MAINTENANCE-PROGRAMS->

- MANUAL, diakses pada 1 Maret 2013) * diperlukan login untuk melihat data sheet
- [9] Intersil. 11 Juli 2005. 4,5MHz, BiMOS Operational Amplifier with MOSFET Input/Output, (Online) (<http://www.intersil.com/content/dam/Intersil/documents/fn95/fn957.pdf>, diakses pada 28 Februari 2013)
- [10] Anonymous. Aircraft Maintenance Manual XF, (Online) (<http://wtruib.ru/amm3/COMMUNICATIONS/23-71-00-720-001-A.php> , diakses pada 26 Maret 2013)
- [11] PartTarget. 6135-01-446-7989(810-2007) Data, (Online) (http://www.parttarget.com/6135-01-446-7989_6135014467989_810-2007k.html/-21FF9503-99AC-4A2A-987A-BF6A5CDEADDD?e=3YMSQt7o8hw&page_name=6135-01-446-7989_6135014467989_810-2007K, diakses pada 28 Agustus 2013)
- [12] 3E Company Environmental, Ecological and Engineering[US]. Material Safety Data Sheet, (Online) (https://www.msds.com/servlet/B2BDocumentDisplay?document_version_nri=4658735&manuf_nri=41764&manuf_name=&supplier_nri=74458&page_number=1&search_source=centraldb&CLIENT_session_key=A745959_mingfuk&CLIENT_language=2 , diakses pada 8 September 2013) *diperlukan login untuk melihat data sheet
- [13] Atmel. 8bit AVR Microcontroler with 4/8/16/32K Bytes In-System Programmable Flash, (Online) (<http://www.atmel.com/Images/8161s.pdf>), diakses pada 3 Mei 2013)
- [14] All about circuit. Voltmeter design, (Online) (http://www.allaboutcircuits.com/vol_1/chpt_8/2.html) diakses pada 10 Oktober 2013)
- [15] Elektronika dasar. Voltmeter Arus searah (DC Voltmeter), (Online) (<http://elektronika-dasar.web.id/instrument/volt-meter-arus-searah-dc-volt-meter/>, diakses pada 9 Oktober 2013)
- [16] Anonime. DC metering Circuit, (Online) (http://www.eng.cam.ac.uk/DesignOffice/mdp/electric_web/DC/DC_8.html, diakses pada 10 Oktober 2013)
- WIKIBUKU. Rumus-Rumus Fisika Lengkap/Getaran, gelombang dan bunyi, (Online) (http://id.wikibooks.org/wiki/Rumus-Rumus_Fisika_Lengkap/Getaran,_gelombang_dan_bunyi, diakses 11 Oktober 2013)