

**OTOMATISASI PENGUKURAN KOEFISIEN VISKOSITAS
ZAT CAIR MENGGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK**

SKRIPSI

Oleh:

**EKA SUCI ARIYANTI
NIM. 05540005**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK
IBRAHIM
MALANG
2010**

**OTOMATISASI PENGUKURAN KOEFISIEN VISKOSITAS
ZAT CAIR MENGGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**EKA SUCI ARIYANTI
NIM. 05540005**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK
IBRAHIM MALANG
2010**

Motto

..... وَهِيَ تَجْرِي بِهِمْ فِي مَوْجٍ كَالْجِبَالِ

"Dan bahtera itu berlayar membawa mereka dalam gelombang laksana gunung".....
(Qs. Al-Huud/11: 42)

..... وَمِنْ آيَاتِهِ أَنْ يُرْسِلَ الرِّيَّاحَ مُبَشِّرَاتٍ

"Dan di antara tanda-tanda kekuasaan-Nya adalah bahwa Dia mengiriskan angin sebagai pembawa berita gembira"..... (Qs. Ar-Ruum/30 : 46)

*Karya Tulis ini Kuspersembahkan
sebagai wujud bakti dan tanggung jawabku kepada
Bapak & Ibu Tercinta serta Adik-Adikku Tersayang*

**OTOMATISASI PENGUKURAN KOEFISIEN VISKOSITAS ZAT
CAIR MENGGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK**

SKRIPSI

Oleh:

EKA SUCLARIYANTI
NIM: 05540005

Telah Disetujui untuk Diuji
Malang, Juli 2010

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Drs. M. Tirono, M. Si
NIP. 19641211 199111 1 001

Dr. Ahmad Barizi, M. A
NIP. 19731212 199803 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik
Ibrahim Malang

Drs. M. Tirono, M. Si
NIP. 19641211 199111 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT. atas segala rahmat, nikmat, hidayah dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “ **Otomatisasi Pengukuran Koefisien Viskositas Zat Cair Menggunakan Gelombang Ultrasonik**”. Shalawat dan salam semoga tetap terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, karena berkat beliau kita senantiasa berada di jalan yang benar.

Atas segala bimbingan, petunjuk, dan saran-saran selama masa pendidikan maupun selama penyusunan skripsi ini, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, SU, DSc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. M. Tirono, M. Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus sebagai Dosen Pembimbing yang dengan sabar senantiasa membimbing dan memberikan pengarahan pada penulis dalam penulisan skripsi ini.
4. Dr. Ahmad Barizi, M.A selaku Dosen Pembimbing Integrasi Sains dan Islam yang telah memberikan bimbingan materi keagamaan dalam penulisan skripsi ini.

5. Seluruh Dosen Fisika yang telah banyak memberikan ilmunya baik selama penulis melakukan studi maupun pada saat penyelesaian penulisan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu yang selama ini telah banyak memberikan dukungan moral maupun spiritual, pengorbanan, kesabaran dan kasih sayang sehingga pada akhirnya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman Fisika 2005 yang telah memberikan banyak dukungan, bantuan serta kerjasamanya selama penulisan skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan serta masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangatlah diharapkan untuk perbaikan dan kesempurnaan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis, umumnya bagi pembaca sekalian.

Malang, 21 juni 2010

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|-----------------------------|-------------|
| KATA PENGANTAR..... | i |
| DAFTAR ISI..... | iii |
| DAFTAR TABEL..... | vi |
| DAFTAR GAMBAR..... | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | viii |
| ABSTRAK..... | ix |
| ABSTRACT..... | x |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|---------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |

BAB II KAJIAN PUSTAKA

| | |
|--|----|
| 2.1 Gelombang Bunyi dalam pandangan Al-Qur'an..... | 6 |
| 2.2 Gelombang Ultrasonik..... | 9 |
| 2.2.1 Energi yang dibawa oleh gelombang..... | 12 |
| 2.2.2 Hubungan antara intensitas dengan amplitudo dan frekuensi..... | 13 |
| 2.2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran berkas ultrasonik | 14 |

| | |
|--|----|
| 2.2.4 Viskositas..... | 16 |
| 2.3 Transduser Ultrasonik..... | 19 |
| 2.4 Penguat Suara (<i>Amplifier</i>)..... | 20 |
| 2.5 Sensor Suara (<i>Tone Decoder</i>)..... | 20 |
| 2.6 Multivibrator Astabil..... | 22 |
| 2.7 Mikrokontroler AT89S51..... | 25 |
| 2.8 LCD M1632 (<i>Liquid Criystal Display</i>) | 29 |

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

| | |
|--|----|
| 3.1 Lokasi dan Waktu..... | 31 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 31 |
| 3.3 Perancangan dan Pembuatan Alat..... | 32 |
| 3.3.1 Perancangan perangkat keras (<i>Hardware</i>)..... | 32 |
| 3.3.1.1 Spesifikasi Alat..... | 32 |
| 3.3.1.2 Blok Diagram Alat..... | 32 |
| 3.3.1.3 Perancangan sensor ultrasonik..... | 34 |
| 3.3.1.4 Perancangan LCD M1632..... | 35 |
| 3.3.1.5 Perancangan Tone Decoder..... | 36 |
| 3.3.1.6 Prinsip Kerja Rangkaian..... | 37 |
| 3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)..... | 37 |
| 3.4 Pengujian | 39 |
| 3.4.1 Pengujian Rangkaian Sensor Ultrasonik..... | 39 |
| 3.4.2 Pengujian Rangkaian mikrokontroler..... | 39 |

| | |
|--|----|
| 3.4.3 Pengujian Rangkaian LCD..... | 40 |
| 3.4.4 Pengujian Rangkaian pencacah/penerjemah..... | 40 |
| 3.5 Pengambilan Data..... | 41 |
| 3.6 Analisis Data..... | 42 |

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 4.1 Hasil Penelitian..... | 43 |
| 4.1.1 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik..... | 43 |
| 4.1.2 Hasil Pengujian Tone decoder..... | 44 |
| 4.1.3 Hasil Pengujian Pewaktu Alat..... | 45 |
| 4.1.4 Hasil Pengujian Alat..... | 47 |
| 4.2 Pembahasan..... | 49 |
| 4.2.1 Pembahasan rangkaian pewaktu alat..... | 49 |
| 4.2.2 Pembahasan alat..... | 50 |

BAB V PENUTUP

| | |
|---------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan..... | 52 |
| 5.2 Saran | 53 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Port dua fungsi dari port 3 mikrokontroler | 27 |
| Tabel 2.2 Susunan kaki LCD M1632..... | 30 |
| Tabel 4.1 Data masukan dan keluaran sensor ultrasonik XR2206..... | 43 |
| Tabel 4.2 Pengujian tone decoder..... | 44 |
| Tabel 4.4 Pengujian pewaktu alat..... | 46 |
| Tabel 4.5 Data pengukuran nilai viskositas..... | 48 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 IC LM567 | 21 |
| Gambar 2.2 Konfigurasi dasar multivibrator..... | 22 |
| Gambar 2.3 Multivibrator astabil..... | 24 |
| Gambar 2.4 AT89S51..... | 25 |
| Gambar 2.4 Konfigurasi pin AT89S51..... | 26 |
| Gambar 2.5 Konfigurasi Xtal Osilator..... | 28 |
| Gambar 2.6 Susunan alamat pada LCD..... | 29 |
| Gambar 3.1 Blok diagram alat..... | 33 |
| Gambar 3.2 Rangkaian sensor ultrasonik XR2206..... | 34 |
| Gambar 3.3 Rangkaian LCD M1632..... | 35 |
| Gambar 3.4 Rangkaian <i>tone decoder</i> LM567..... | 36 |
| Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> perancangan <i>software</i> | 38 |
| Gambar 3.6 Rangkaian pengujian alat..... | 42 |
| Gambar 4.1 Grafik linear Alat..... | 47 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1 : Rangkaian keseluruhan..... | 55 |
| Lampiran 2 : Foto alat dan komponen..... | 56 |
| Lampiran 3 : List program assembler..... | 57 |

ABSTRAK

Ariyanti, Eka Suci. 2010. *Otomatisasi Pengukuran Koefisien Viskositas Zat cair menggunakan Gelombang Ultrasonik*. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing: (1) Drs. M. Tirono, M. Si. (2) Dr. Ahmad Barizi, M.A.

Kata kunci: Viskositas, Zat cair, Gelombang Ultrasonik

Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan atau fluida. Ukuran kekentalan zat cair ini dapat ditentukan dengan memanfaatkan proses transmisi dan pantulan dari gelombang ultrasonik. Pada penelitian ini digunakan 10 sampel campuran dari 2 zat cair yang memiliki nilai kekentalan yang berbeda yaitu encer (solar) dan kental (oli EPA 90) dengan pemberian konsentrasi yang berbeda antara campuran yang satu dengan yang lain.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat alat pengukur viskositas zat cair secara otomatis menggunakan sensor ultrasonik. Untuk menunjang dalam pembuatan alat ini digunakan beberapa komponen elektronik lainnya antara lain IC XR2206, penguat audio, sensor suara, mikrokontroler AT89S51 dan LCD M1632. Dalam aplikasinya, alat ini menggunakan XR2206 sebagai pembangkit gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz yang mana pada saat gelombang ini melewati sampel maka pewaktu dari MK akan mulai menghitung waktu perambatan gelombang secara otomatis. Kemudian waktu yang didapat ini akan dicatat dan diterjemahkan lebih dulu oleh sensor suara sebelum dikalibrasi dengan nilai viskositas yang kemudian akan diolah oleh mikrokontroler untuk ditampilkan dalam LCD.

Analisis data pada pengujian pewaktu alat menunjukkan nilai KR sebesar 4.36% dan data pada pengujian alat keseluruhan KR sebesar 4.47%. Hal ini karena dipengaruhi oleh beberapa faktor baik dari luar maupun faktor dalam dari komponen itu sendiri. Dengan demikian maka alat pengukur viskositas zat cair ini telah bekerja sesuai program dan dapat digunakan untuk pengukuran karena KR alat masih dibawah 5%.

ABSTRACT

Ariyanti, Eka Suci. 2010. *Automatization Measurement Of Coefficient Viscosity Liquid use Ultrasonic Wave*. Thesis. Physics Department. Majors Physics, Faculty of Science and Technology. The State Islamic University of Malang (UIN) Maulana Malik Ibrahim.
Advisor : (1) Drs. M. Tirono, M. Si. (2) Dr. Ahmad Barizi, M.A.

Keyword: Viscosity, Liquid, Ultrasonic Wave.

Viskositas is measure expressing viscosity an liquid or fluid. The measure viscosity of this liquid can be determined by exploiting transmission process and reflection of ultrasonic wave. At this research is used 10 mixture sample from 2 liquid owning different viscosity value that is weak (solar) and thick (oli EPA 90) with giving of different concentration between mixture which is one with is other.

Target of research make grader of viscosity liquid automatically use ultrasonic censor. To support in making of this instrument is used some other electronic component for example IC XR2206, strengthener of audio, voice censor, AT89S51 microcontroler and LCD M1632. In its application, this instrument use XR2206 as ultrasonic wave generator with frequency 40 kHz which at the time of this wave pass by sample then timer of MK will start to calculate time of spreading wave automatically. Then, the got time will be noted and translated by voice censor before calibrated with value of viscosity which later then will be processed by microcontroler to be presented in LCD.

Data analysis at experiment of timer instrument show value of KR equal to 4.36 % and data at experiment in its totally of instrument KR equal to 4.47%. this matter caused by some factor either from outside although factor in from itself component. Thereby, so grader of viscosity this liquid have worked according to program and can be used for measurement because KR of instrument still below 5 %.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bunyi dapat kita dengar karena adanya gangguan yang menjalar ke telinga kita. Karena gangguan ini, selaput kendang ditelinga kita bergetar dan getaran ini menjadi denyut listrik yang dilaporkan ke otak lewat urat syaraf pendengaran. Sebagaimana firman Allah dalam surat al-Mu'minuun/23 ; 78 :


 وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالْأَبْصَارَ وَالْأَفْئِدَةَ قَلِيلًا مَّا تَشْكُرُونَ

“Dan Dialah yang telah menciptakan bagi kamu sekalian, pendengaran, penglihatan dan hati. Amat sedikitlah kamu bersyukur”.

Allah SWT telah menciptakan pendengaran dan penglihatan bagi manusia tidak lain adalah supaya manusia bersyukur yaitu dengan cara menggunakan alat-alat tersebut untuk memperhatikan bukti-bukti kebesaran Allah (diantaranya yaitu dalam penciptaan kelelawar yang lengkap dengan system sonarnya) dan keesaan Allah yang dapat membawa mereka beriman dan taat kepada-Nya, serta dapat digunakan untuk memperhatikan fenomena-fenomena alam yang terjadi disekitar kita sehingga sangat bermanfaat sekali bagi manusia untuk mencari dan mengembangkan wawasan ilmu pengetahuannya.

Batas-batas frekuensi bunyi yang dapat kita dengar yaitu terletak antara 20 Hz-20.000 Hz. Bunyi yang frekuensinya terletak antara 20 Hz-20 kHz disebut daerah audio. Kurang dari 20 Hz disebut daerah infrasonik (tak dapat didengar). Lebih dari 20 kHz disebut daerah ultrasonik (tak dapat didengar).

Bunyi menjalar sebagai gelombang mekanik longitudinal dalam medium padat, cair dan gas. Medium gelombang bunyi adalah molekul yang membentuk

bahan medium mekanik ini. Penjalaran energi di dalam medium terjadi karena satu bagian medium mengganggu bagian medium disekitarnya. Jadi bisa dikatakan juga bahwa penjalaran gelombang didalam medium tersebut terjadi karena adanya interaksi didalam medium. Makin kuat interaksi didalam medium makin cepat penjalaran gelombangnya. Selain itu, laju penjalaran gelombang juga bergantung pada inersia medium, yaitu seberapa sukar medium digerakkan. Makin besar inersia medium, makin pelan penjalaran gelombang.

Pemanfaatan gelombang ultrasonik bisa kita jumpai diberbagai bidang kehidupan antara lain: untuk pemeriksaan kualitas produksi didalam industri, mengukur dalamnya laut, mendeteksi kerusakan pada logam, mendeteksi janin dalam kandungan dan dapat juga digunakan untuk menghancurkan batu ginjal tanpa operasi. Melihat begitu banyaknya manfaat dari gelombang ultrasonik tersebut maka pada kesempatan ini penulis mencoba untuk mengotomatisasi proses pengukuran viskositas zat cair dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Mengingat pada penelitian sebelumnya yang sejenis seperti yang dilakukan (mutmainnah : 2008) masih bersifat manual.

Keunggulan yang bisa didapat dengan menggunakan Metode gelombang ultrasonik ini antara lain metodenya cukup sederhana, analisa yang dilakukan relatif cepat, serta sampel yang dianalisa dalam jumlah yang kecil. Oleh karena itu, diharapkan alat ini dapat berfungsi dengan baik sehingga bisa memberikan manfaat yang lebih diantaranya lebih mudah untuk digunakan, lebih efektif dan efisien serta dapat menghasilkan data yang lebih akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang diuraikan pada latar belakang, maka rumusan masalah dapat ditekankan pada :

- 1) Bagaimana cara merancang sebuah alat yang dapat digunakan untuk mengukur koefisien viskositas suatu zat cair dengan menggunakan gelombang ultrasonik?
- 2) Seberapa besar tingkat akurasi alat pengukur kadar viskositas dengan menggunakan gelombang ultrasonik?

1.3 Tujuan

Tujuan dari perancangan dan pembuatan alat ini :

- 1) Dihasilkannya suatu alat yang dapat digunakan untuk mengukur kekentalan suatu zat cair menggunakan gelombang ultrasonik.
- 2) Diperolehnya tingkat akurasi dari alat pengukur viskositas dengan menggunakan gelombang ultrasonik.

1.4 Batasan Masalah

- 1) Pembuatan alat ini hanya terfokus pada perhitungan koefisien viskositas saja.
- 2) Tidak membahas perhitungan koefisien viskositas zat cair secara kimia.
- 3) Zat yang digunakan terbatas pada solar dan oli saja.
- 4) Alat hanya dapat mengukur nilai viskositas zat cair sebatas pada konsentrasi pencampuran solar dan oli EPA 90 sebesar 80%.

- 5) Untuk dapat mengukur nilai viskositas zat cair yang mempunyai nilai kekentalan yang lebih tinggi dibutuhkan sumber pembangkit gelombang yang memiliki energi lebih besar lagi.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang bagaimana mengukur tingkat kekentalan suatu zat cair secara otomatis.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan karya tulis ini dibagi dalam beberapa bab sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN, yang meliputi: latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA, berisi teori-teori pendukung antara lain : gelombang ultrasonik, viskositas, transduser ultrasonik, multivibrator astabil, penguat suara (*amplifier*), *tone decoder*, mikrokontroler, dan LCD.

BAB III METODE PENELITIAN, meliputi: waktu dan tempat penelitian, alat yang digunakan dalam penelitian, tahap implementasi, tahap merangkai alat, dan tahap pengujian.

BAB IV PEMBAHASAN, berisi pengolahan data yang telah diperoleh kemudian dianalisis hasilnya untuk mengetahui keakuratan alat yang telah dibuat apakah sesuai dengan rancangan program.

BAB V PENUTUP, merupakan akhir dari penulisan ini, yang berisi kesimpulan dan saran.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Gelombang Bunyi dalam Pandangan Al-Qur'an

Maha Besar Allah SWT dengan segala ciptaan-Nya karena tidak ada sesuatupun dimuka bumi ini yang telah Dia ciptakan dengan sia-sia. Sebagaimana firman-Nya dalam surat Ad-Dukhaan/ 44 ; 38-39 :

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا لَعِبِينَ ﴿٣٨﴾
 مَا خَلَقْنَاهُمَا إِلَّا بِالْحَقِّ وَلَكِنَّ أَكْثَرَهُمْ لَا يَعْلَمُونَ ﴿٣٩﴾

“Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya dengan bermain-main. Kami tidak menciptakan keduanya melainkan dengan haq, tetapi kebanyakan mereka tidak mengetahui.”

Berdasarkan ayat diatas dapat kita pastikan bahwa segala sesuatu yang ada di langit maupun di bumi serta apa-apa yang ada diantara keduanya hampir semuanya memiliki manfaatnya sendiri dan penciptaanya memang sengaja dilakukan dengan tujuan yang haq serta benar. Sebagai contoh : penciptaan bumi, binatang ternak, air, angin dan lain sebagainya hampir semuanya itu memiliki manfaat yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Misalnya saja dalam penciptaan angin, bagi kita angin mungkin adalah sesuatu yang ringan, remeh bahkan kadangkala kita tidak menyadari dan memperhatikan betapa pentingnya angin dalam kehidupan ini (Shihab, 2002 : 35). Firman Allah dalam surat *Surat Al-Jatsiyah/ 45 ; 5:*

وَاحْتَلَفَ اللَّيْلُ وَالنَّهَارُ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ رِزْقٍ

فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَتَصْرِيفَ الرِّيحِ آيَاتٌ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٥٠﴾

“Dan pada pergantian malam dan siang dan hujan yang diturunkan Allah dari langit lalu dihidupkan-Nya dengan air hujan itu bumi sesudah matinya; dan pada perkisaran angin terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berakal.”

Imam al-Ghazali berkata bahwa udara yang diciptakan Allah itu dikelilingi hembusan angin. Jika tidak ada angin, maka semua makhluk hidup yang ada di darat akan mati. Begitu juga dengan hembusannya, kadar panas yang ada di dalam tubuh setiap makhluk hidup bisa stabil. Karena angin bagi makhluk daratan bagaikan air yang sangat berarti bagi makhluk yang hidup di air. Jika hembusan berhenti tidak mengitari makhluk daratan, maka daya panas yang ada di tubuh mereka pindah ke hati. Dan hal ini akan menyebabkan mereka binasa (Azhami, 2005: 434).

Angin adalah udara bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara dari tekanan tinggi ke tekanan rendah di sekitarnya. Apabila dipanaskan maka udara memuai. Udara yang telah memuai menjadi lebih ringan sehingga naik. Apabila hal ini terjadi, maka tekanan udara turun karena udaranya berkurang. Udara dingin di sekitarnya mengalir ke tempat yang bertekanan rendah tadi. Udara menyusut menjadi lebih berat dan turun ke tanah. Di atas tanah udara menjadi panas lagi dan naik kembali. Aliran naiknya udara panas dan turunnya udara dingin ini dinamakan konveksi.

Tidak ada seorangpun di dunia ini yang dapat atau pernah melihat angin. Manusia hanya menyatakan adanya angin ketika melihat daun kelapa meliuk-liuk di tiup angin, itu pertanda bahwa ada angin (udara bergerak) yang menghembus ke pohon kelapa tersebut. Betapa nikmatnya jika kita berada dibawah atau di kaki

pegunungan ketika angin gunung dan sembah berhembus sepi-sepi perlahan, sehingga badan kita terasa sejuk. Demikian pula para nelayan pulang dari melaut pada pagi hari ketika bertiup angin laut yang berhembus dari laut ke daratan. Kapal-kapal nelayan tradisional yang menggunakan layar sangat membutuhkan bertiupnya angin laut tersebut agar kapal dapat melaut pada malam hari dan kembali pada siang hari.

Dengan hembusan angin pula menyebabkan kita dapat bermain layang-layang, baik di pinggir pantai maupun di tanah lapang. Hembusan angin pula yang menyebabkan terjadinya penyerbukan pada tanaman. Dan hembusan angin pula yang menyebabkan ombak di lautan bergesra menghantam bebatuan di bibir pantai. Hal ini menggambarkan kepada kita betapa pentingnya angin dalam kehidupan ini (Dyayadi, 2008 : 78-79).

Bahkan angin juga digunakan dan sangat bermanfaat sekali bagi hewan malam yang sering kita sebut kelelawar. Kelelawar merupakan makhluk yang sangat menarik. Yang paling hebat dari kemampuannya adalah kemampuannya yang luar biasa dalam penentuan arah. Di dalam otak kelelawar, terdapat dua jenis neuron (sel saraf) yang mengendalikan sistem sonar, satu di antaranya mengindera suara ultrasonik yang terpantul dan lainnya memerintahkan otot untuk menghasilkan jeritan untuk membuat gema penentuan tempat. Nada suara ultrasonik kelelawar berubah menurut lingkungannya untuk efisiensi sebesar-besarnya. Hewan ini memanfaatkan angin sebagai media penghantar pantulan gelombang suara pada sistem sonarnya. Sistem sonar berupa sistem pendengaran yang mana dalam sistem ini memanfaatkan pantulan suara dari suara yang telah

dikeluarkan sebelumnya. Dengan adanya sistem sonar tersebut tidak kelesawar maka hewan ini dapat melakukan aktifitas sehari-hari memburu mangsa pada malam hari termasuk untuk mengetahui ada/tidak rintangan didepannya walaupun hewan ini sangat buta cahaya.

Jadi dapat dikatakan bahwa dalam kehidupan ini adanya bunyi tidak lepas dari adanya angin sebagai medium atau perantara bagi gelombang bunyi untuk merambat sampai pada pendengaran dan langit ini sebagai media/tempat merambatnya gelombang suara tersebut.

2.2 Gelombang Ultrasonik

Gelombang adalah suatu gangguan yang menjalar dalam suatu medium. Yang dimaksud dengan medium disini adalah sekumpulan benda yang saling berinteraksi dimana gangguan itu menjalar. Sebagai contoh bunyi dapat didengar karena adanya gangguan yang menjalar ketelinga kita.

Bunyi dijalarakan sebagai gelombang mekanik longitudinal yang dapat menjalar dalam medium padat, cair, ataupun gas. Medium gelombang bunyi ini adalah molekul yang membentuk bahan medium mekanik ini. Karena adanya gangguan gelombang bunyi yang bersifat longitudinal, molekul melakukan getaran dalam arah yang sejajar dengan arah penjalaran bunyi.

Pergeseran molekul zat cair karena adanya gelombang bunyi ialah pada arah longitudinal, dan harganya sebagai fungsi posisi setimbang dari molekul (x), dan waktu t diberikan oleh :

$$y = A \cos (kx - \omega t) \dots\dots\dots 2.1$$

Dengan A adalah amplitudo getaran, k adalah bilangan gelombang, dan ω adalah frekuensi sudut (Sutrisno, 1984 : 21).

Berdasarkan daerah frekuensinya gelombang bunyi dibagi menjadi tiga, antara lain : gelombang sonik (suara) merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi pada ambang pendengaran manusia yaitu 20 Hz-20 KHz. Untuk frekuensi dibawah ambang pendengaran atau kurang dari 20 Hz disebut gelombang infrasonik dan begitu juga sebaliknya frekuensi diatas ambang pendengaran disebut gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi diatas 20 KHz. Gelombang ini dapat merambat dalam medium padat, cair atau gas, hal ini disebabkan karena gelombang ultrasonik merupakan rambatan energi dan momentum sehingga merambat sebagai interaksi dengan molekul dan sifat inersia medium yang dilaluinya. Gelombang mekanik jika melewati suatu medium akan mengalami peristiwa *atenuasi* (peredaman) intensitas gelombang yang disebabkan oleh *dispersi* (penghamburan) dan *absorpsi* (penyerapan) (Jatmiko, 2007 : 4).

Gelombang bunyi merupakan merupakan gelombang tiga dimensi, karena medium gelombangnya bersifat tiga dimensi. Jadi gelombang bunyi dapat menjalar didalam ruang tiga dimensi. Suatu sumber titik dipermukaan air (medium dua dimensi) menghasilkan gelombang lingkaran ; artinya muka gelombangnya berbentuk lingkaran. Dalam medium tiga dimensi, sumber titik akan menghasilkan gelombang bola, artinya muka gelombang yaitu tempat kedudukan titik-titik dalam medium dengan fasa sama mempunyai bentuk bola (Sutrisno, 1984 : 19).

Menurut arah perambatannya gelombang dibagi menjadi dua yaitu gelombang transversal dan longitudinal. Gelombang transversal sering disebut juga sebagai gelombang geser (S) sedangkan gelombang longitudinal disebut juga gelombang tekanan (P).

Kecepatan dan penyerapan ultrasonik berbeda dalam medium perambatan yang berbeda. Ini karena interaksi gelombang ultrasonik dengan bahan bergantung kepada ciri-ciri fisik medium perambatan dan mekanisme interaksi gelombang ultrasonik dengan bahan. Kecepatan perambatan gelombang horizontal bergantung kepada modulus elastik yang setara dengan modulus pukal dan density medium. Penyerapan gelombang ultrasonik dalam cairan pula disebabkan oleh penyebaran dan kehilangan energi ultrasonik kepada energi panas melalui beberapa mekanisme seperti kekentalan cairan, konduksi thermal dan fenomena rileksasi.

2.2.1 Energi yang dibawa oleh gelombang

Gelombang membawa energi dari satu tempat ketempat lain. Sementara gelombang merambat melalui medium, energi dipindahkan sebagai energi getaran dari partikel yang satu ke partikel yang lain pada medium tersebut. Untuk gelombang sinusoida dengan frekuensi f , partikel bergerak dalam GHS sementara gelombang lewat, sehingga setiap partikel mempunyai energi :

$$E = \frac{1}{2} kA^2 \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana A adalah amplitudo geraknya baik secara transversal maupun longitudinal.

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa energi yang dibawa gelombang sebanding dengan kuadrat amplitudo. Sedangkan intensitas I sebuah gelombang didefinisikan sebagai daya (energi per satuan waktu) yang dibawa melintasi daerah yang tegak lurus terhadap aliran energi :

$$I = \frac{\text{energi/waktu}}{\text{luas}} = \frac{\text{daya}}{\text{luas}}$$

Karena energi sebanding dengan kuadrat amplitudo gelombang seperti baru saja kita lihat, demikian juga halnya dengan intensitas :

$$I \propto A^2$$

Jika gelombang mengalir keluar dari sumber ke semua arah, gelombang tersebut merupakan gelombang tiga dimensi. Jika medium tersebut isotropik (sama ke semua arah), gelombang dikatakan berbentuk gelombang bola. Sementara gelombang merambat keluar, energi yang dibawanya tersebar ke area yang makin lama makin luas karena permukaan bola dengan radius r adalah $4\pi r^2$

. Maka intensitas gelombang bisa dituliskan dengan (Giancoli, 2001 : 387) :

$$I = \frac{\text{daya}}{\text{luas}} = \frac{P}{4\pi r^2} \dots\dots\dots 2.3$$

Jika keluaran daya P dari sumber konstan, maka intensitas berkurang sebagai kebalikan dari kuadrat jarak dari sumber :

$$I = \frac{1}{r^2} \dots\dots\dots 2.4$$

Amplitudo gelombang juga berkurang terhadap jarak. Karena kerapatan sebanding dengan kuadrat amplitudo, maka amplitudo A harus mengecil sebesar

1/r sehingga $I \propto A^2$ akan sebanding dengan $1/r^2$ sehingga:

$$A \propto \frac{1}{r} \dots\dots\dots 2.5$$

2.2.2 Hubungan antara intensitas dengan amplitudo dan frekuensi

Berdasarkan persamaan 2.1, maka dapat kita tuliskan k dalam frekuensi,

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = 4\pi^2 m f^2$$

, dimana m adalah massa partikel pada medium. Sehingga

didapatkan hubungan :

$$E = 2\pi^2 m f^2 A^2 \dots\dots\dots 2.6$$

Dimana :

$m = \rho V$, dengan ρ adalah massa jenis dan V adalah volume

$V = Sl$, luas permukaan penampang lintang dan l adalah jarak

$l = vt$, dimana v adalah laju gelombang

Sehingga akan diperoleh persamaan :

$$E = 2\pi^2 \rho S t f^2 A^2 \dots\dots\dots 2.7$$

Dari persamaan diatas, kita lihat hasil yang penting bahwa energi yang dibawa oleh gelombang sebanding dengan kuadrat amplitudo. Daya yang dibawa $P = E/t$ adalah

$$P = \frac{E}{t} = 2\pi^2 \rho S v f^2 A^2 \dots\dots\dots 2.8$$

Sehingga intensitas I dari sebuah gelombang adalah daya yang dibawa melalui area yang tegak lurus terhadap aliran energi :

$$I = \frac{P}{S} = 2\pi^2 \rho v f^2 A^2 \dots\dots\dots 2.9$$

Secara eksplisit hubungan ini menunjukkan bahwa intensitas gelombang sebanding dengan kuadrat amplitudo gelombang A pada titik manapun dan dengan kuadrat frekuensi (Giancoli, 2001 : 389).

2.2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran berkas gelombang ultrasonik

Berkas gelombang ultrasonik yang keluar dari transduser mempunyai arah hampir lurus, artinya mempunyai sudut penyebaran yang kecil. Sudut penyebaran berkas ini dipengaruhi oleh frekuensi dan diameter transduser yang digunakan sesuai dengan persamaan :

$$\sin \emptyset = 1,22 \frac{\lambda}{D} \dots\dots\dots 2.10$$

Dimana : λ = panjang gelombang

\emptyset = setengah sudut penyebaran

D = diameter transduser

Sudut penyebaran akan makin kecil bila diameter dan frekuensi transduser diperbesar. Selain dipengaruhi kedua hal tersebut, berkas gelombang juga keadaan sampel yang dipelajari. Faktor penyebabnya adalah kekasaran permukaan, bentuk, ukuran butiran, dan ketebalan sampel serta konversi gelombang pada bidang batas transduser dan sampel. Kekasaran permukaan sampel akan mengganggu penentuan waktu tunda, mengurangi energi yang ditransmisikan kedalam sampel dan dapat pula memperlebar berkas gelombang sehingga mengganggu ketelitian pengukuran. Bentuk sampel juga harus diperhatikan agar berkas gelombang yang dipantulkan oleh sisi-sisinya dapat ditangkap kembali oleh transduser untuk mengetahui waktu tundanya. Ukuran butiran bahan dapat menyebabkan pengurangan energi dengan tajam bila jauh lebih besar daripada panjang gelombang yang digunakan. Energi gelombang juga akan sangat berkurang bila jarak yang ditempuh selama perjalanan besar (Nugroho, 1987 : 32).

Impedansi akustik adalah hambatan yang dimiliki medium pada gerak partikel akibat adanya perjalanan gelombang dan didefinisikan (Nugroho, 1987 : 33) :

$$Z = p/v \dots\dots\dots 2.11$$

Dimana Z : impedansi akustik

p : tekanan akustik

v : kecepatan perpindahan partikel

jika gerak perpindahan partikel makin cepat karena adanya tekanan akustik, maka medium akan memiliki impedansi akustik yang kecil seperti yang terdapat pada udara.

2.2.4 Viskositas

Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan dalam fluida. Semakin besar viskositas fluida, maka semakin sulit suatu fluida untuk mengalir dan juga menunjukkan semakin sulit suatu benda bergerak didalam fluida tersebut. Didalam zat cair, viskositas dihasilkan oleh gaya kohesi antara molekul zat cair sehingga menyebabkan adanya tegangan geser antara molekul-molekul yang bergerak . Zat cair ideal tidak memiliki kekentalan. (mutmainnah, 2008 : 6).

Cairan adalah salah satu dari empat fase benda yang volumenya tetap dalam kondisi suhu dan tekanan tetap serta bentuknya ditentukan oleh wadah penampungnya. Cairan juga melakukan tekanan pada sisi-sisi wadahnya dan juga kepada benda yang terdapat dalam cairan tersebut, tekanan ini disalurkan keseluruhan arah.

Ciri khas molekul zat cair

- Gaya tarik menarik tidak begitu kuat

- Susunannya tidak beraturan
- Letaknya agak renggang
- Bergerak bebas berpindah-pindah tempat

Dalam beberapa ayat al-Qur'an Allah menjelaskan bahwa tiada sesuatupun di muka bumi ini yang telah Dia ciptakan kecuali dengan kadar atau ukuran tertentu, seperti termaktub dalam ayat berikut ini Surat al-Hijr/15 ; 21 :

 وَإِنْ مِنْ شَيْءٍ إِلَّا عِنْدَنَا خَزَائِنُهُ وَمَا نُنزِّلُهُ إِلَّا بِقَدَرٍ مَّعْلُومٍ

“Dan tidak ada sesuatupun melainkan pada sisi Kami-lah khazanahnya, dan Kami tidak menurunkannya melainkan dengan ukuran yang tertentu.”

Ayat diatas senada dengan Qs. Ar-Ra'du/ 13 : 08, Qs. Ar-Ra'du/ 13 : 17 dan Qs. Al-Qamar/ 54 : 49 menjelaskan bahwa Setiap makhluk yang ditakdirkan sesuatu atau memiliki sesuatu, sumber segala sesuatu itu ada di sisi Allah. Dia turunkan kepada makhluknya di alam dengan kadar tertentu. Tidak ada yang turun tanpa perencanaan dan tidak yang terlaksana secara serampangan (Sayyid Quth : 132).

Makna ayat ini, *“Dan tidak ada sesuatupun melainkan pada sisi Kami-lah khazanahnya, dan Kami tidak menurunkannya melainkan dengan ukuran yang tertentu”*, akan semakin jelas seiring dengan semakin majunya ilmu pengetahuan manusia, dan semakin tersingkapnya rahasia struktur dan komposisi alam ini. Makna *“khazanah-Nya”* menjadi semakin dekat setelah manusia menemukan

karakter unsur-unsur yang menjadi bagian dari alam. Misalnya, ditemukan bahwa unsur utama air terdiri dari hidrogen dan oksigen. Dan, kantong rezeki kita yang bersumber dari tumbuhan hijau semuanya karena nitrogen yang ada di udara. Hal ini sebagaimana juga pada beberapa fluida/zat cair yang mana semua fluida nyata (gas dan zat cair) memiliki sifat-sifat khusus yang dapat diketahui, antara lain: rapat massa (*density*), kekentalan (*viscosity*), kemampatan (*compressibility*), tegangan permukaan (*surface tension*), dan kapilaritas (*capillarity*). Dengan mengetahui salah satu dari sifat khusus yang dimiliki zat cair tersebut misalnya ukuran kekentalannya yang diketahui maka kita dapat membedakan antara zat cair yang satu dengan yang lain sehingga kita bisa memanfaatkannya sesuai dengan kegunaan dari masing-masing zat cair tersebut. Seperti, dengan nilai kekentalan yang begitu rendah air bisa kita gunakan untuk keperluan hidup kita sehari-hari seperti minum, mandi, mencuci dan lain-lain hal ini tidak lain karena sel-sel tubuh makhluk hidup hanya mampu menyerap zat cair dengan baik pada nilai kekentalan zat cair yang rendah seperti nilai kekentalan yang terdapat pada air, Semakin besar nilai kekentalan suatu cairan maka akan semakin sulit bagi tubuh untuk menyerap cairan tersebut. Madu dengan nilai kekentalan yang sedikit lebih besar dari air masih bisa diserap tubuh dan digunakan sebagai obat yang dapat menyehatkan tubuh. Oli dengan nilai kekentalannya yang begitu besar bisa digunakan sebagai pelumas kendaraan bermotor. Begitupun juga dengan solar/bensin yang mana selama ini sudah digunakan manusia sebagai bahan bakar kendaraan. Dan masih banyak lagi contoh-contoh lain yang dapat kita perhatikan dalam kehidupan sehari-hari.

Viskositas pada jaringan muncul karena adanya tumbukan antara partikel didalam jaringan. Besarnya viskositas pada suatu jaringan ditentukan oleh suatu konstanta pembanding yang didefinisikan sebagai koefisien viskositas dan dinyatakan dengan rumus :

$$\eta = \frac{Fl}{vS} \dots\dots\dots 2.12$$

Dengan η = koefisien viskositas (N.s.
 m^{-2})

F = gaya tumbukan antar molekul (N)

v = kecepatan partikel dalam jaringan ($m.s^{-1}$)

l = jarak tumbukan antar molekul (m)

S = luas permukaan jaringan (m^2)

Berdasarkan persamaan diatas dapat diketahui bahwa besarnya koefisien viskositas zat cair (η) sangat bergantung pada besarnya gaya tumbukan antar molekul (F), jarak tumbukan antar molekul (l) dan berbanding terbalik dengan besarnya kecepatan partikel dalam jaringan (v) serta luas permukaan jaringan (S).

2.3 Tranduser ultrasonik

Dalam perancangan alat ini digunakan dua buah tranduser yaitu tranduser transmitter sebagai pemancar gelombang ultrasonik kedalam bahan yang akan

diukur besar viskositasnya dan transduser receiver atau transduser penerima yang nantinya akan menerima sinyal gelombang ultrasonik dari bahan tersebut.

2.4 Penguat Suara (*Amplifier*)

Dalam sistem audio, umumnya paling tidak terdiri dari tiga unit utama:

1. *Source*/ sumber bunyi.
2. Amplifier/penguat bunyi, umumnya terdiri dari 1 unit *integrated amplifier* (amplifier tunggal) atau 2 unit terpisah *pre-amp* (penguat awal) dan *power-amp* (penguat akhir).
3. *Loudspeaker*/pengeras bunyi.

Penguat audio (*amplifier*) secara *harfiah* diartikan dengan memperbesar dan menguatkan sinyal *input*. Tetapi yang sebenarnya terjadi adalah, sinyal *input* di-replika (*copied*) dan kemudian di reka kembali (*re-produced*) menjadi sinyal yang lebih besar dan lebih kuat (Zaki, 2007:91).

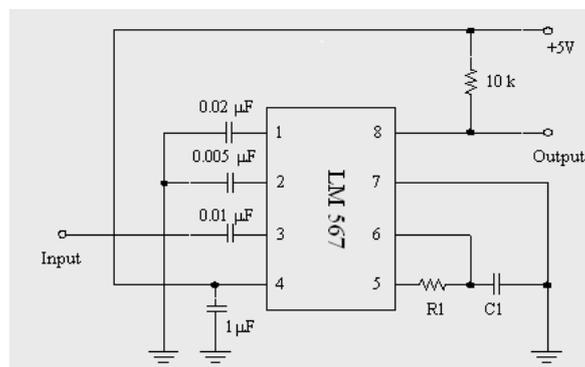
Di sisi lain, efisiensi juga mesti diperhatikan. Efisiensi yang dimaksud adalah efisiensi dari penguat itu yang dinyatakan dengan besaran persentasi dari power output dibandingkan dengan power input. Sistem penguat dikatakan memiliki tingkat efisiensi tinggi (100 %) jika tidak ada rugi-rugi pada proses penguatannya yang terbuang menjadi panas (Zaki, 2007:92).

2.5 Sensor Suara (*Tone Decoder*)

Tone decoder adalah suatu rangkaian pencacah atau penerjemah sinyal. *Tone decoder* dapat digunakan untuk merubah input suara menjadi data digital.

Pada perancangan alat ini digunakan *tone decoder* tipe LM567. Frekuensi yang akan diambil dapat diseting sendiri dengan merubah nilai R dan C yang telah ditetapkan sesuai dengan datasheet.

Sensor pendeteksi suara ini memanfaatkan *condesor microfon* (CM) kemudian akan diolah dengan penguatan sinyal agar suara yang diterima bisa dikuatkan karena suara yang akan diolah pada mikrokontroler tentunya tidak bisa diolah secara langsung. Untuk itu frekuensi sinyal yang diterima akan diolah kembali dengan menggunakan system tone decoder memanfaatkan IC LM567. Dari IC LM567 semua sinyal yang masuk akan difilter untuk mengurangi noise ataupun suara yang tidak diinginkan.



Gambar 2.1 : IC LM567

Kelebihan dari IC LM567 antara lain (Avianto, 2008) :

1. Range frekuensi 1 sampai 20 dengan menambahkan resistor tambahan.
2. Output digital dengan keluaran arus sebesar 100 mA.
3. *Bandwidth* dapat diset antara 0-14%.
4. Mampu menahan *noise* yang masuk.
5. Mampu menahan kerusakan sinyal.

6. Kestabilan pada *center frequency*.

7. *Center frequency* dapat diset antara 0.01 Hz hingga 500 KHz.

2.6 Multivibrator astabil

Segolongan rangkaian berkeadaan dua yang berguna untuk menghasilkan pulsa dan gelombang segi panjang (gelombang kuadrat = square wave) dinamakan multivibrator. Rangkaian ini biasanya terdiri dari sepasang penguat yang dikopel satu sama lain dalam sebuah susunan umpan balik positif.

Setiap penguat dibentuk dari sebuah tahap dasar dari jenis yang dapat digantikan dari satu keadaan ke keadaan yang lainnya dengan menggunakan sebuah pemacu yang dipakaikan kepada salah satu penguat tersebut. Jadi, setiap penguat bertindak sebagai sebuah saklar dan setiap penguat mempunyai sebuah keluaran yang tersedia.

Operasi rangkaian tersebut adalah sedemikian rupa sehingga bila sebuah penguat diputus (off), maka umpan balik positif mempertahankan penguat yang lainnya dalam keadaan menghantar (on). Bila sebuah pemacu menyebabkan satu penguat berubah keadaan, maka jaringan pengkopel akan bertindak untuk mengubah keadaan penguat yang kedua. Keluaran-keluarannya adalah berlawanan dengan pengertian satu dari keluaran tersebut menunjukkan peralihan dari keadaan off ke keadaan on dan keluaran yang satu lagi peralihan dari on ke keadaan off.

Karena ada dua jenis keadaan yang mungkin, maka akan memudahkan untuk menggolongkan rangkaian multivibrator dalam banyaknya keadaan stabil yang dimiliki oleh masing-masing multivibrator. Multivibrator bistabil

memerlukan pemakaian dua pemicu untuk mengembalikan rangkaian tersebut ke keadaan aslinya yang semula. Pemicu pertama menyebabkan transistor on terputus, dan pemicu kedua menyebabkan peralihan kembali ke keadaan menghantar. Karena diperlukan dua pemicu, maka rangkaian bistabil seringkali dinamakan perubahan flip-flop. Sebuah pemicu tunggal yang dipakaikan kepada sebuah multivibrator monostabil, atau multivibrator eka mantap akan memutuskan transistor yang biasanya on, yang menyebabkan transistor yang terputus akan menghantar. Keadaan yang baru ini adalah sebuah keadaan yang kuasai stabil yang akhirnya akan menyebabkan sebuah peralihan kembali ke keadaannya yang semula. Multivibrator yang astabil atau multivibrator yang bergerak bebas mengandung dua keadaan kuasai stabil, dan osilasi terjadi dengan pengeras-pengeras yang secara terus menerus berganti dari satu keadaan ke keadaan yang lain. Rangkaian tersebut akan tereksitasi sendiri dan tidak akan memerlukan pemicu luar.

Yang mana menghasilkan sebuah gelombang segi panjang yang simetrik karena kedua-dua jaringan pengkopel RC adalah identik. Dengan membuat kedua konstanta waktu tersebut berbeda, maka didapatkan sebuah bentuk gelombang keluaran yang tak simetrik. Dalam kasus yang manapun, maka rentet pulsa yang periodik akan berguna dalam menentukan urutan waktu yang perlu untuk sinkronisasi operasi-operasi yang dilakukan dalam sebuah sistem. Bila digunakan dengan cara ini, maka multivibrator yang bergerak bebas akan bertindak sebagai sebuah jam (clock), dan bentuk gelombang keluaran disebut sebagai pulsa jam.

Pulsa-pulsa jam didapatkan dari sebuah multivibrator astabil yang tak simetrik yang periodenya menghasilkan kecepatan pemilih. Amplitudo pulsa jam akan cukup untuk mempertahankan transistor dalam keadaan terputus kecuali

selama interval-interval diantara T_1 dan T_2 , T_3 dan T_4 dan seterusnya, pada waktu

mana terjadi pemilihan contoh. Pada waktu-waktu pemilihan, transistor berada dalam daerah aktif dan sinyal keluaran sebanding dengan sinyal masukan.

Dengan penggantian hambatan oleh sebuah kapasitor maka akan didapatkan sebuah rangkaian pilihan dan yang dipegang karena kapasitor tersebut cenderung untuk mempertahankan sebuah amplitudo konstan diseluruh interval pemilihan. Operasi sejenis ini adalah sebuah sifat dasar yang penting dari pengubahan analog ke digital. Rangkaian pilihan dan yang dipegang yang dipakai dalam praktek diperlihatkan dalam gambar dibawah ini dimana FET bertindak sebagai saklar yang dikontrol dan penguat bati satuan berperan sebagai penyangga (Silaban, 1981 : 139-148).

2.7 Mikrokontroler



Gambar 2.4 : AT89S51

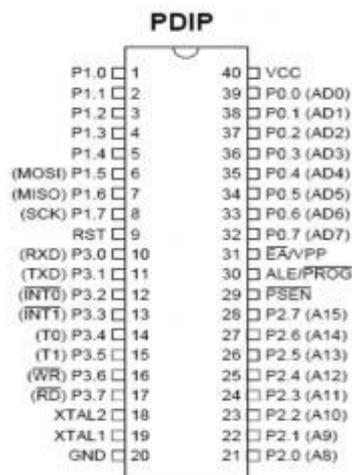
Mikrokontroler AT89S51 adalah mikrokontroler produksi Atmel yang kompatible dengan mikrokontroler Intel 8051. Didalam mikrokontroler terdapat

CPU, Alu, PC, SP dan register lain yang terdapat pada mikroprosesor dan dengan tambahan perangkat-perangkat lain seperti ROM, RAM, PIO, SIO, *Counter* dan rangkaian *Clock*.

Mikrokontroler Atmel AT89S51 ini adalah penyempurnaan dari versi sebelumnya AT89C51 yang menggunakan pemrograman dengan interface paralel yang rumit. AT89S51 sudah dilengkapi dengan ISP (In System Programming), sehingga hanya membutuhkan beberapa kabel untuk antarmuka pemrograman pada flash nya. Mikrokontroler AT89S51 memiliki memori flash sebesar 4kB.

Konfigurasi pin mikrokontroler AT89S51

Susunan pin Mikrokontroler AT89S51 diperlihatkan pada gambar :



Gambar 2.5 : Konfigurasi pin AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 memiliki pin berjumlah 40 dan umumnya dikemas dalam DIP (Dual Inline Package). Masing-masing pin pada mikrokontroler AT89S51 mempunyai kegunaan sebagai berikut :

Port 0

Port 0 merupakan port dua fungsi yang berada pada pin 32-39 dari AT89S51. Dalam rancangan sistem sederhana port ini sebagai port I/O serbaguna. Untuk rancangan yang lebih kompleks dengan melibatkan memori eksternal jalur ini dimultiplek untuk bus data dan bus alamat.

Port 1

Port 1 disediakan sebagai port I/O dan berada pada pin 1-8. Beberapa pin pada port ini memiliki fungsi khusus yaitu P1.5 (MOSI), P1.6 (MISO), P1.7 (SCK) yang digunakan untuk jalur download program.

Port 2

Port 2 (pin 21-28) merupakan port dua fungsi yaitu sebagai I/O serbaguna, atau sebagai bus alamat byte tinggi untuk rancangan yang melibatkan memori eksternal.

Port 3

Port 3 adalah port dua fungsi yang berada pada pin 10-17, port ini memiliki multi fungsi.

ALE (Address Lacth Enable)

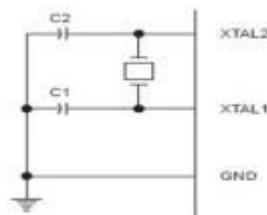
Sinyal output ALE yang berada pada pin 30 fungsinya sama dengan ALE pada microprocessor INTEL 8085, 8088 atau 8086. Sinyal ALE dipergunakan untuk demultiplek bus alamat dan bus data. Sinyal ALE membangkitkan pulsa sebesar 1/6 frekuensi oscillator dan dapat dipakai sebagai clock yang dapat dipergunakan secara umum.

RST (Reset)

Input reset pada pin 9 adalah reset master untuk AT89S51. Pulsa transisi dari tinggi selama 2 siklus ke rendah akan mereset mikrokontroler.

Oscillator

Oscillator yang disediakan pada chip dikemudikan dengan XTAL yang dihubungkan pada pin 18 dan pin 19. Diperlukan kapasitor penstabil sebesar 30 pF. Besar nilai XTAL sekitar 3 MHz sampai 33 MHz. XTAL1 adalah input ke pembalikan penguat osilator (inverting oscillator amplifier) dan input ke clock internal pengoperasian rangkaian. Sedangkan XTAL2 adalah output dari pembalikan penguat osilator.



Gambar 2.6 : Konfigurasi Xtal Osilator

Power

AT89S51 dioperasikan pada tegangan supply +5v, pin Vcc berada pada nomor 40 dan Vss (ground) pada pin 20 (gerbang sirkuit, 2009).

2.8 LCD M1632

LCD (Liquid Crystal Display) adalah modul penampil yang banyak digunakan karena tampilannya menarik. LCD yang paling banyak digunakan saat

ini ialah LCD M1632 refurbish karena harganya cukup murah. LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 2x16 (2 baris x 16 kolom) dengan konsumsi daya rendah. Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD.

| Display | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | | | | | | |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Line 1 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 0A | 0B | 0C | 0D | 0E | 0F | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | ... |
| Line 2 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 4A | 4B | 4C | 4D | 4E | 4F | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | ... |

Gambar 2.7 : Susunan alamat pada LCD

Alamat awal karakter 00H dan alamat akhir 39H. Jadi, alamat awal di baris kedua dimulai dari 40H. Jika Anda ingin meletakkan suatu karakter pada baris ke-2 kolom pertama, maka harus diset pada alamat 40H. Jadi, meskipun LCD yang digunakan 2x16 atau 2x24, atau bahkan 2x40, maka penulisan programnya sama saja.

Berikut tabel 2.2 pin untuk LCD M1632. Perbedaannya dengan LCD standar adalah pada kaki 1 VCC, dan kaki 2 Gnd. Ini kebalikan dengan LCD standar.

Tabel 2.2 : Susunan kaki LCD M1632

| NO | Nama Pin | Deskripsi | Port |
|----|----------|--|------|
| 1 | VCC | + 5V | VCC |
| 2 | GND | 0 V | GND |
| 3 | VEE | Tegangan Kontras LCD | |
| 4 | RS | Register Select, 0=Input Instruksi, 1=Input Data | PD7 |
| 5 | R/W | 1= Read ; 0 = Write | PD5 |
| 6 | E | Enable Clock | PD6 |
| 7 | D4 | Data Bus 4 | PC4 |
| 8 | D5 | Data Bus 5 | PC5 |
| 9 | D6 | Data Bus 6 | PC6 |
| 10 | D7 | Data Bus 7 | PC7 |
| 11 | Anode | Tegangan Positif backlight | |
| 12 | Katode | Tegangan Negatif backlight | |

Perlu diketahui, driver LCD seperti HD44780 memiliki dua register yang aksesnya diatur menggunakan pin RS. Pada saat RS berlogika 0, register yang diakses adalah perintah, sedangkan pada saat RS berlogika 1, register yang diakses adalah register data (Microholic mania, 2005).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilakukan tepatnya tanggal 24 Maret- 08 Mei 2010 dilaboratorium Elektro Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

Dalam melakukan penelitian ini digunakan beberapa komponen alat antara lain sebagai berikut :

- a. Multivibrator astabil/ generator pulsa.
- b. Transduser ultrasonik yang terdiri dari *transmitter* (pemancar) dan *receiver* (penerima).
- c. Penguat suara (*Amplifier*).
- d. Penguat awal (*PreAmp*).
- e. *Tone decoder*
- f. Mikrokontroler AT89S51.
- g. LCD M1632.

Sedangkan sebagai bahannya dibutuhkan beberapa sampel zat cair berupa campuran solar dan oli.

3.3 Perancangan dan Pembuatan Alat

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai spesifikasi alat, perancangan rangkaian dari alat pengukur viskositas zat cair, yang meliputi diagram blok

rangkaian, dan cara kerja rangkaian. Selain perancangan perangkat keras akan dijelaskan juga mengenai perancangan perangkat lunak.

3.3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

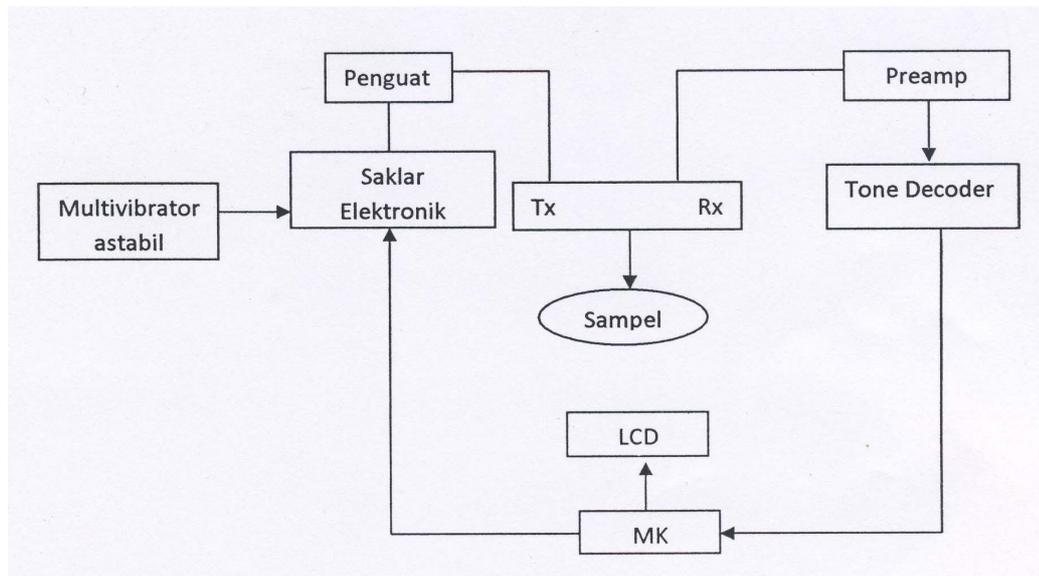
3.3.1.1 Spesifikasi Alat

Perancangan alat ini mempunyai beberapa spesifikasi diantaranya :

- a. Multivibrator astabil sebagai pembangkit gelombang ultrasonik.
- b. Menggunakan dua buah transduser sebagai pemancar dan penerima sinyal gelombang ultrasonik.
- c. Bahan yang digunakan berupa beberapa sampel campuran solar dan oli.
- d. Menggunakan mikrokontroler AT89S51 sebagai pengolah data.
- e. Hasil keluaran alat ini adalah tampilan karakter LCD berupa besarnya viskositas zat cair.
- f. Catu daya alat ini berada diluar sistem.

3.3.1.2 Blok Diagram Alat

Blok diagram dari otomatisasi alat pengukur viskositas zat cair ditunjukkan dalam gambar :

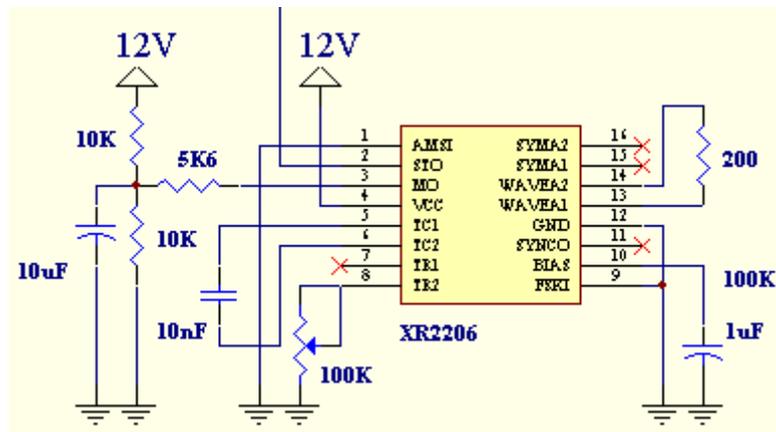


Gambar 3.1 : Blok Diagram Alat

Keterangan diagram blok yang ditunjukkan dalam gambar diatas adalah sebagai berikut :

- a. Multivibrator stabil sebagai pembangkit gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz.
- b. Tranduser ultrasonik berfungsi untuk mentransmisikan gelombang ultrasonik ke dalam medium yang diukur.
- c. Rangkaian penguat berfungsi untuk menguatkan sinyal yang diterima oleh penerima gelombang ultrasonik
- d. Timer berfungsi untuk menghitung waktu merambatnya gelombang dari *transmitter* menuju *receiver* .
- e. *Tone decoder* digunakan untuk mencacah data yang diterima dari timer.
- f. Mikrokontroler AT89S51 digunakan sebagai pusat pengolah data.
- g. LCD akan menampilkan hasil pengolahan data dari mikrokontroler AT89S51.

3.3.1.3 Perancangan Sensor Ultrasonik

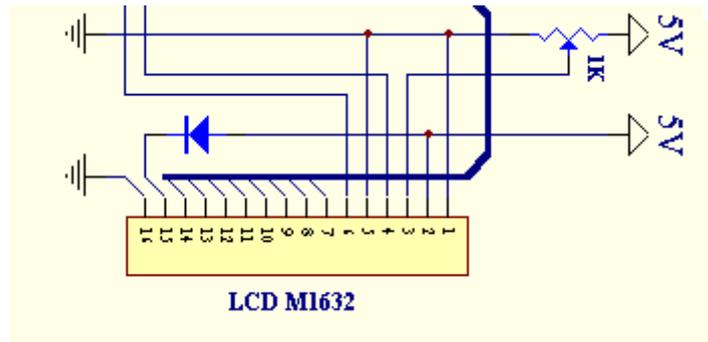


Gambar 3.2 : Rangkaian Sensor Ultrasonik XR2206

- Pin AMSI dihubungkan ke *ground* agar sinyal yang dibentuk (sinus, segitiga dan kotak) dapat dimodulasi oleh MCU melalui pin FSKI.
- Pin STO merupakan tempat keluarnya sinyal (sinus & segitiga) yang dibentuk oleh XR2206.
- Pin MO merupakan acuan bentangan sinyal yang dapat diolah.
- Pin VCC merupakan tegangan masukan agar XR2206 dapat bekerja.
- Pin TC1 dan TC2 merupakan pewaktu kapasitor yang berfungsi dalam penentuan frekuensi.
- Pin TR1 merupakan pewaktu resistor untuk sinyal modulasi pertama.
- Pin TR2 merupakan pewaktu resistor untuk sinyal modulasi kedua.
- Pin FSKI merupakan tempat masukan untuk memilih modulasi 1 atau 2 yang sedang aktif.
- Pin BIAS merupakan tegangan referensi pada penentuan besaran amplitudo.
- Pin GND dihubungkan ke ground agar XR2206 dapat bekerja.

- k. Pin WAVEA1 dan WAVEA2 merupakan resistor penentu besarnya amplitudo yang dibentuk.

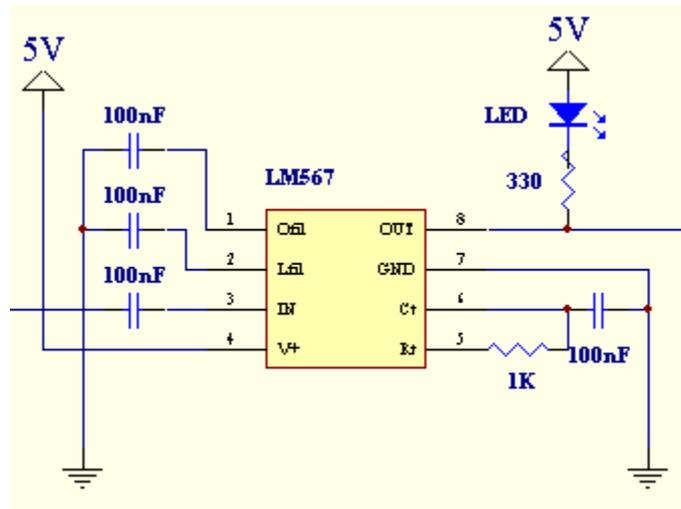
3.3.1.4 Perancangan LCD



Gambar 3.3 : Rangkaian LCD M1632

- Pin 7-14 dihubungkan dengan port P0.0-P0.7 MK karena merupakan jalur data dari MK ke LCD untuk menjalankan intruksi & karakter.
- Pin 6 dihubungkan dengan port P2.6 dari MK menunjukkan bahwa LCD siap untuk menerima data.
- Pin 4 dihubungkan dengan port P2.7 dari MK untuk membedakan sinyal antara instruksi program (intruksi penulisan data).
- Pin 15 dan 16 diberi tegangan untuk menyalakan layar belakang (*backlight*) LCD.

3.3.1.5 Perancangan *tone Decoder* (pencacah/penerjemah)



Gambar 3.4 : Rangkaian tone Decoder LM567

- Pin *Out* dihubungkan dengan port P2.0 untuk memberikan sinyal logik yang merupakan terjemahan frekuensi yang diperoleh dari piezo elektrik.
- Pin *In* dihubungkan dengan piezo elektrik untuk menerima masukan data berupa sinyal.
- Pin *Output Filter* berfungsi untuk menghambat / mengurangi *noise* (cacat sinyal) yang akan dikeluarkan pada pin OUT.
- Pin *Loop Filter* berfungsi memberikan lebar jalur input pada pin IN sehingga input tidak harus selalu sama dengan *oscillator*.
- Pin *Timing Resistor* berfungsi memberikan pewaktu (pembentuk frekuensi) dari komponen resistor.
- Pin *Timing Capacitor* berfungsi memberikan pewaktu (pembentuk frekuensi) dari komponen kapasitor.
- Pin Gnd dihubungkan ke ground agar LM567 dapat bekerja.

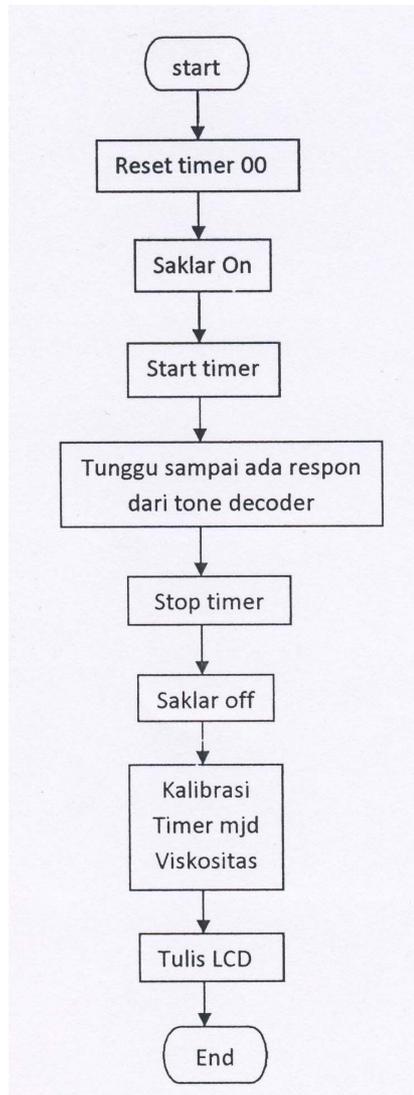
3.3.1.6 Prinsip Kerja Rangkaian

Multivibrator astabil akan membangkitkan gelombang dengan frekuensi 40 kHz secara terus menerus (*continue*). Pada saat saklar elektronik sudah dalam keadaan on (mendapat perintah dari mikrokontroler) secara otomatis sinyal yang dibangkitkan oleh multivibrator akan dikuatkan terlebih dulu oleh penguat sinyal sebelum kemudian ditransmisikan oleh transmitter (Tx) menuju medium yang diukur. Pada saat gelombang ditransmisikan, timer mulai menghitung waktu berjalannya gelombang dari *transmitter* menuju *receiver*. Karena sifat dari gelombang ultrasonik yang dapat dipantulkan dan ditransmisikan, sehingga sebagian dari gelombang ultrasonik tersebut akan dipantulkan kembali oleh medium dan diterima oleh penerima ultrasonik (Rx). Ketika gelombang ultrasonik telah sampai pada *receiver* timer akan stop secara otomatis dan dikuatkan oleh *pre-amplifier* kemudian diterjemahkan oleh *tone decoder*. Ketika sinyal yang diterjemahkan oleh *tone decoder* adalah benar (40 kHz) maka *tone decoder* tersebut memberikan informasi berupa logik pada MK untuk menghentikan timer kemudian akan diproses oleh mikrokontroler untuk ditampilkan ke dalam LCD.

3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Sistem perangkat keras yang dirancang menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali utamanya tidak akan dapat bekerja jika tidak disertai dengan perangkat lunak sebagai pengatur keseluruhan system. Perangkat lunak pada

rancangan ini menggunakan bahasa assembler dan untuk algoritma pemrogramannya ditunjukkan sesuai *flowchart* pada gambar 3.5 berikut :



Gambar 3.5 : *flowchart* perancangan *software*

3.4 Pengujian

3.4.1 Pengujian Rangkaian Sensor Ultrasonik

Tujuan pengujian dari rangkaian sensor ultrasonik adalah untuk mengetahui apakah sensor sudah dapat memancarkan gelombang suara dengan baik.

1. Peralatan pengujian Sensor Ultrasonik
 - a. Sensor ultrasonik
 - b. Mikrokontroler
2. Prosedur pengujian
 - a. Mikrokontroler diprogram agar dapat menghitung waktu yang dibutuhkan untuk merambatnya gelombang ultrasonik dari transduser pemancar sampai ke transduser penerima.
 - b. Jika sensor ultrasonik merespon dan memberikan sinyal (berupa gelombang) maka sensor sudah bekerja dengan baik.

3.4.2 Pengujian Rangkaian pewaktu alat

Tujuan pengujian dari rangkaian pewaktu alat adalah untuk mengetahui apakah rangkaian pewaktu alat dari mikrokontroler sudah dapat bekerja sesuai dengan program yang diinginkan.

1. Peralatan pengujian.
 - a. Mikrokontroler
2. Prosedur pengujian.
 - a. Mikrokontroler diprogram sederhana untuk menjalankan timer.
 - b. Jika timer bisa tampil dan menghitung lamanya waktu yang dibutuhkan untuk merambatnya gelombang dari transmitter ke receiver maka mikrokontroler sudah bekerja dengan baik.

3.4.3 Pengujian Rangkaian LCD

Tujuan dari pengujian rangkaian LCD adalah untuk mengetahui apakah LCD sudah dapat menampilkan data sesuai dengan program yang telah diproses oleh mikrokontroler.

1. Peralatan pengujian
 - a. Mikrokontroler
 - b. LCD
2. Prosedur pengujian
 - a. Mikrokontroler diprogram untuk menampilkan nama, jurusan dan NIM mahasiswa.
 - b. Jika LCD dapat menampilkan nama, jurusan dan NIM tersebut maka LCD sudah dapat bekerja dengan baik.

3.4.4 Pengujian Rangkaian pencacah/penerjemah

Tujuan dari pengujian rangkaian pencacah adalah untuk mengetahui apakah rangkaian ini sudah mampu menerjemah data berupa sinyal yang diperoleh dari *receiver*.

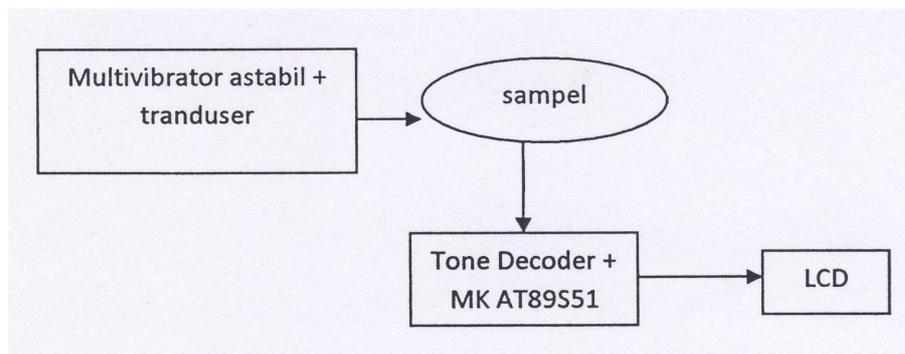
1. Peralatan pengujian
 - a. *Tone Decoder*
 - b. Mikrokontroler
2. Prosedur pengujian
 - a. Mikrokontroler diprogram agar bisa membangkitkan gelombang ultrasonik pada transduser *transmitter* maupun transduser *receiver*.

- b. *Tone decoder* diberikan data berupa sinyal yang diterima dari *receiver*. Jika *tone decoder* mampu menerjemah data tersebut menjadi data digital yang selanjutnya diolah oleh MK dan ditampilkan dalam LCD berupa angka digit maka dikatakan *tone decoder* mampu bekerja dengan baik.

3.5 Pengambilan Data

Adapun langkah-langkah Pengambilan data pada pengukuran nilai viskositas adalah sebagai berikut :

1. Rangkaian pengukur viskositas disusun seperti pada gambar 3.2
2. Viskositas diukur dengan memberikan gelombang ultrasonik pada sampel (volume tertentu) dengan frekuensi 40 kHz.
3. Tampilan keluaran pada LCD diamati dan dicatat.



Gambar 3.6 : Rangkaian Pengujian Alat

3.6 Analisis Data

Analisis data digunakan untuk menganalisis data yang dihasilkan oleh alat pengukur viskositas. Data yang dihasilkan oleh alat pengukur ini yaitu suatu besaran viskositas yang sebelumnya telah diolah oleh MK.

Analisis data yang digunakan untuk sistem secara keseluruhan adalah analisis kesalahan relatif (KR) rata-rata. Adapun persamaan rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$KR (\%) = (\text{hasil pengukuran alat} - \text{hasil perhitungan}) / \text{hasil perhitungan} \times 100\%$$

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pengujian alat di sini adalah pengujian secara keseluruhan baik perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*).

4.1.1 Hasil pengujian sensor ultrasonik (XR2206)

Penelitian ini menggunakan sensor berupa IC jenis XR2206 untuk membangkitkan sinyal pada frekuensi 40 kHz. Sensor pembangkit gelombang suara terdiri dari komponen resistor (R) dan kapasitor (C). Besarnya frekuensi yang dibangkitkan dapat dihitung melalui persamaan :

$$f = \frac{1}{R \cdot C} \dots\dots\dots 4.1$$

Tabel 4.1 data masukan dan keluaran sensor ultrasonik (XR2206)

| No. | R (K Ω) | C (μ F) | Frekuensi hasil perhitungan (KHz) | Frekuensi Ukur pada Oscilloscope (KHz) | Kesalahan Relatif/KR (%) |
|-----|-----------------|--------------|-----------------------------------|--|--------------------------|
| 1. | 1 | 0.025 | 40 | 39.4 | 1.5 |
| 2. | 1 | 0.024 | 41.6 | 40 | 3.8 |

Dari tabel diatas diketahui bahwa bila pada sensor diberikan nilai R = 1 K Ω dan C = 0.025 μ F maka akan diperoleh frekuensi hasil perhitungan sebesar 40 kHz dan frekuensi keluaran dari osiloskop sebesar 39.4 kHz dengan KR sebesar 1.5%. Sedangkan jika diberi masukan R = 1 K Ω dan C = 0.024 μ F maka diperoleh frekuensi hasil perhitungan sebesar 41.6 kHz dan frekuensi keluaran osiloskop sebesar 40 kHz dengan KR = 3.8%. Dengan demikian maka dapat

dikatakan bahwa sensor ultrasonik ini sudah dapat bekerja dengan baik adanya sedikit ketidaksesuaian antara frekuensi hasil perhitungan dengan frekuensi keluaran osiloskop tidak lain disebabkan oleh efisiensi dari komponen yang dipakai karena selama ini tidak ada komponen-komponen elektro yang sifatnya benar-benar ideal.

4.1.2 Hasil pengujian *tone decoder*

Rangkaian *Tone decoder* jenis LM567 pada alat ini berfungsi untuk menerjemah data berupa sinyal apakah sudah berada pada frekuensi 40 kHz atau masih kurang dari frekuensi tersebut. Jika sinyal sudah berada pada frekuensi yang sesuai maka akan diteruskan pada MK AT89S51 untuk diolah lebih lanjut. Rangkaian *tone decoder* ini memiliki rentang *bandwith* $\pm 2\%$ dari frekuensi 40 kHz. Sehingga rangkaian ini hanya mampu mendeteksi sinyal suara pada rentang frekuensi 39.3 kHz sampai 40.8 kHz, seperti yang tertera dalam tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Pengujian *tone decoder*

| No | Frekuensi (KHz) | Lampu sinyal |
|----|-----------------|--------------|
| 1. | 39.2 | Tidak nyala |
| 2. | 39.3-40.8 | nyala |
| 3. | 40.8 keatas | Tidak nyala |

Tampak pada tabel 4.2 diatas, lampu sinyal hanya dapat menyala pada rentang frekuensi 39.3 kHz – 40.8 kHz. Hal ini dapat dijadikan sebagai indikasi bahwa sinyal suara sudah berada pada rentang frekuensi yang diinginkan. Sedangkan selain berada pada rentang frekuensi yang dimaksudkan lampu sinyal

tidak akan nyala. Sehingga bisa disimpulkan bahwa rangkaian pencacah atau *tone decoder* ini sudah bisa berfungsi sebagaimana mestinya.

4.1.3 Hasil pengujian pewaktu alat

Pada pengujian ini digunakan pewaktu dari MK AT89S51 yang dirangkai dengan komponen-komponen elektronik lainnya seperti yang tampak pada gambar 3.6 diatas dengan pembangkit sensor ultrasonik sebesar 40 kHz. Pada tahap awal pengujian dari pewaktu ini sensor diletakkan pada jarak tertentu (0.8 m, 01m, 1.2m, 1,4m dan 1.6m) dari penghalang (sebagai media pemantul gelombang), dengan suhu udara lingkungan pada saat itu sebesar 25oC pada tekanan 1 atm, dipastikan kecepatan suara pada saat itu sebesar 347 m/s. Dengan menggunakan persamaan 4.2 maka secara matematis dapat dihitung besarnya waktu yang dibutuhkan gelombang untuk melakukan perambatan didalam medium udara sebelum kemudian dibandingkan dengan waktu hasil keluaran dari alat.

$$S = V. t \dots\dots\dots 4.2$$

Dilakukan Perbandingan antara waktu hasil perhitungan dengan waktu hasil pengukuran alat tidak lain adalah untuk mengetahui seberapa peka dan akurat pewaktu dari mikrokontroler ini sebelum kemudian dijadikan sebagai data untuk kalibrasi nilai viskositas pada alat. Data pengujian waktu hasil pengukuran dan waktu hasil perhitungan ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 4.3 : Pengujian pewaktu alat

| No. | Pengujian pada jarak (m) | Waktu hasil perhitungan (μs) | Waktu hasil pengukuran (μs) | Kesalahan relatif/KR (%) |
|-----|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1. | 0.8 | 23055 | 25600 | 11.0 |
| 2. | 1.0 | 28818 | 28160 | 2.2 |
| 3. | 1.2 | 34582 | 33280 | 3.7 |
| 4. | 1.4 | 40346 | 38400 | 4.8 |
| 5. | 1.6 | 46110 | 46080 | 0.1 |
| | % kesalahan rata-rata | | | 4.36 |

Untuk analisis datanya dilakukan dengan cara menghitung jumlah dari kesalahan relatif dibagi dengan banyaknya dilakukan percobaan, sebagaimana dituliskan dalam persamaan berikut ini :

$$\% \text{ kesalahan rata-rata} = KR/n = 21.8/5=4.36 \%$$

Dari data pada tabel diatas dapat dilihat bahwa prosentase kesalahan relatif terbesar adalah 11.0% terjadi pada pengukuran dengan jarak 0.8 m. sedangkan hasil pengujian perbandingan antara waktu hasil perhitungan dengan waktu hasil keluaran alat menunjukkan kesalahan rata-rata sebesar 4.36%.

4.1.4 Hasil Pengujian Alat

Pada pengujian ini digunakan 10 sampel campuran oli dan solar dengan nilai viskositas yang berbeda-beda mulai dari yang paling encer sampai pada yang paling kental. Tahap awal pengujian dilakukan dengan mengukur nilai viskositas sampel secara perhitungan pada alat yang sudah ada sebelum kemudian diukur menggunakan alat ukur ultrasonik untuk dibandingkan hasilnya dan untuk mengetahui seberapa besar kesalahan relatif (KR) yang ditimbulkan oleh alat

sehingga nantinya bisa ditentukan apakah alat ini efektif dan efisien untuk digunakan dalam pengukuran nilai viskositas zat cair. Grafik fungsi linearitas alat ditunjukkan oleh gambar berikut :

Gambar 4.1 : Grafik fungsi linear alat

Untuk lebih jelasnya pengambilan data viskositas zat cair ditunjukkan oleh tabel berikut :

Tabel : 4.4 data pengukuran nilai Viskositas

| No. | Campuran | Viskositas pada alat yang sudah ada (kg/m.s) | Viskositas pada alat ukur ultrasonik (kg/m.s) | Kesalahan relatif/ KR (%) |
|-----------------------|------------|--|---|------------------------------|
| 1. | A (kental) | 0.335 | 0.329 | 1.7 |
| 2. | B | 0.315 | 0.317 | 0.6 |
| 3. | C | 0.295 | 0.305 | 3.3 |
| 4. | D | 0.255 | 0.281 | 10.1 |
| 5. | E | 0.239 | 0.257 | 7.5 |
| 6. | F | 0.231 | 0.245 | 6.0 |
| 7. | G | 0.215 | 0.221 | 2.7 |
| 8. | H | 0.207 | 0.209 | 0.9 |
| 9. | I | 0.191 | 0.197 | 3.1 |
| 10. | J (encer) | 0.159 | 0.173 | 8.8 |
| % kesalahan rata-rata | | | | 4.47 |

Untuk analisis data pada alat ukur nilai kekentalan zat cair ini dilakukan dengan menghitung prosentase kesalahan relatif (KR) antara nilai kekentalan zat cair hasil

perhitungan pada alat yang sudah ada dan pengukuran pada alat ultrasonik.

Adapun persamaan yang digunakan adalah :

$$KR = (\eta_{au} - \eta_{as}) / \eta_{as} \times 100\% \text{ atau}$$

$$\% \text{ kesalahan rata-rata} = KR/n = 44.7/10 = 4.47 \%$$

Berdasarkan hasil pengujian perbandingan nilai viskositas sebagaimana perhitungan dengan menggunakan persamaan diatas maka diketahui bahwa besarnya kesalahan rata-rata pada alat adalah 4.47 %.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pembahasan rangkaian pewaktu alat

Data hasil pengujian sistem ditunjukkan oleh tabel 4.3 diatas. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa dengan berpatokan pada kecepatan udara sebesar 347 m/s pada suhu lingkungan 25oC dan tekanan 1 atm, maka dapat dihitung dan dibandingkan antara besarnya waktu hasil hitungan dengan waktu yang tampil pada alat ukur menggunakan gelombang ultrasonik. Pada pengujian ini didapatkan data dengan prosentase terkecil sebesar 0.1% dan data dengan prosentse terbesar adalah 11.0%. Sedangkan untuk kesalahan rata-ratanya sebesar 4.36 % . sehingga bisa disimpulkan bahwa waktu yang terdapat pada pengujian alat ini bisa digunakan untuk kalibrasi data pada pengukuran nilai viskositas selanjutnya.

Adanya sedikit penyimpangan dari hasil pengukuran waktu disebabkan oleh beberapa faktor bisa saja dari suhu lingkungan yang pada suatu saat berubah dan faktor *noise* (suara/bunyi dari luar) yang dapat juga mempengaruhi sistem

kerja dari sensor ultrasonik mengingat sensor ini sangat peka sekali terhadap suara.

4.2.2 Pembahasan Alat

Berdasarkan hasil penelitian melalui teknik pengujian komponen secara keseluruhan maka hasil yang diperoleh adalah rangkaian sensor ultrasonik, rangkaian penguat suara, rangkaian pencacah, mikrokontroler dan LCD dapat bekerja sesuai perencanaan. Setiap bagian dalam sistem ini mampu bekerja sesuai kontrol masing-masing.

Pada hasil pengujian alat didapatkan perbandingan nilai viskositas hasil pengukuran dari alat yang sudah ada dengan nilai viskositas hasil pengukuran dari alat ukur menggunakan gelombang ultrasonik. Data yang diperoleh pada alat ukur menggunakan gelombang ultrasonik menunjukkan bahwa pada sampel ke-1 menghasilkan nilai viskositas terbesar 0.329 kg/m.s dengan komposisi jumlah oli lebih banyak (lebih mendominasi) dibandingkan solar. Sedangkan data pada sampel ke-10 sebesar 0.173 kg/m.s merupakan data dengan nilai viskositas terkecil karena pada sampel ini tidak terdapat campuran oli sama sekali melainkan solar murni. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin kental suatu zat cair maka akan semakin besar nilai viskositasnya.

Dengan melihat hasil nilai kesalahan rata-rata sebesar 4.47 % maka dapat dikatakan pengujian alat ini berhasil dan telah bekerja sesuai program yang diinginkan karena masih memenuhi persyaratan yang telah ditentukan yaitu

kesalahan rata-ratanya kurang dari 5%. Oleh karena itu maka alat ini dapat digunakan sebagai alat ukur viskositas zat cair secara otomatis

Setiap dilakukannya suatu penelitian ataupun pengujian pasti akan terdapat beberapa faktor baik dari luar (misalnya : suhu, *noise* berupa suara/bunyi dari luar, kekurangtepatan dalam melakukan pencampuran sampel dan kekurangtelitian pada saat proses pengambilan data terutama pada saat melakukan pembacaan *timer* baik *timer* pada alat yang sudah ada maupun *timer* pada alat ukur menggunakan gelombang ultrasonik. Sedangkan faktor dari dalam (berhubungan dengan efisiensi dari komponen) yang menghambat atau mempengaruhi terhadap hasil dan jalannya pengujian yang mana hal ini nantinya akan sangat berpengaruh sekali terhadap hasil ataupun data yang dihasilkan tidak terkecuali juga terjadi pada pengujian kali ini. Namun, selama nilai kesalahan rata-rata yang didapatkan tidak melebihi dari standar yang ditentukan maka hal ini masih bisa ditolerir dan alat bisa digunakan untuk penelitian selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan pada alat pengukur nilai viskositas maka dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Pembuatan Otomatisasi alat pengukur viskositas zat cair memanfaatkan sistem pantulan dari gelombang ultrasonik (dibangkitkan oleh sensor ultrasonik) yang dipancarkan pada sampel oleh transduser *transmitter* dan hasil pantulan gelombangnya ditangkap kembali oleh transduser *receiver*. Melalui sistem pantulan gelombang ini maka akan diketahui besarnya waktu yang dibutuhkan gelombang dalam menempuh perambatannya. Dalam pembuatan alat ini juga didukung oleh beberapa komponen elektronika lainnya seperti *tone decoder* sebagai pencacah sinyal, rangkaian-rangkaian penguat sinyal, mikrokontroler berfungsi sebagai pewaktu otomatis sekaligus sebagai pusat pengolah program yang mengkalibrasi nilai dari pewaktu menjadi nilai viskositas serta perangkat lunak *Assembler* sebagai bahasa program. Kemudian hasil pendeteksian alat ini akan ditampilkan oleh LCD.
2. Penentuan tingkat keakuratan dari alat pengukur viskositas zat cair ini dilakukan melalui perbandingan nilai viskositas yang didapat dari pengukuran pada alat ukur viskositas yang sudah ada dengan nilai hasil pengukuran pada alat ukur viskositas menggunakan gelombang ultrasonik. Berdasarkan data pada tabel 4.4 diketahui bahwa nilai kesalahan rata-rata

pada alat sebesar 4.47 % sehingga bisa disimpulkan alat ukur viskositas dengan menggunakan gelombang ultrasonik ini layak dijadikan sebagai alat ukur viskositas untuk zat cair.

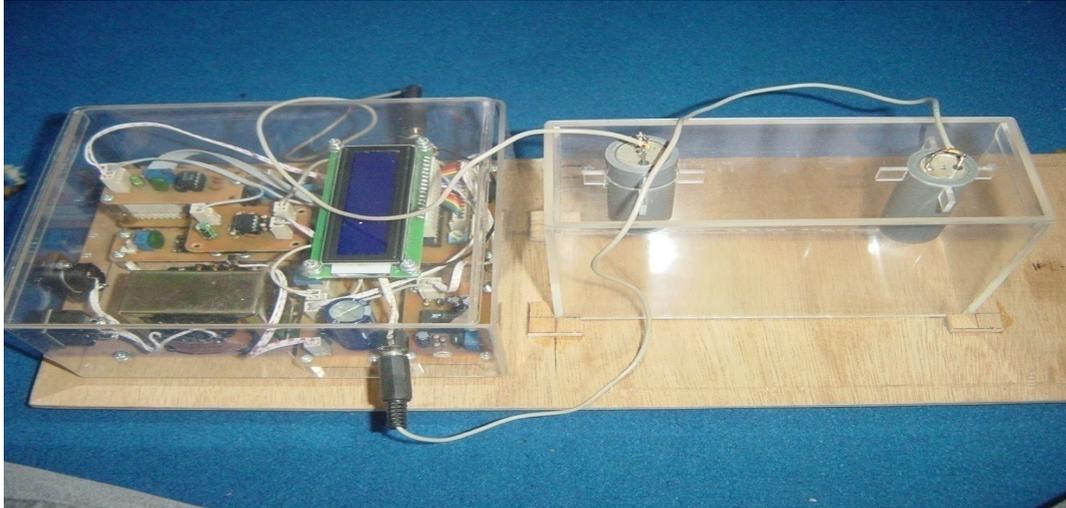
5.2 Saran

1. Alat ini masih jauh dari kesempurnaan oleh karena itu untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan akurat, hendaknya digunakan sensor ultrasonik yang lebih sensitif lagi.
2. Untuk hasil yang lebih bervariasi, hendaknya diuji cobakan pada jenis cairan maupun campuran zat cair lainnya.

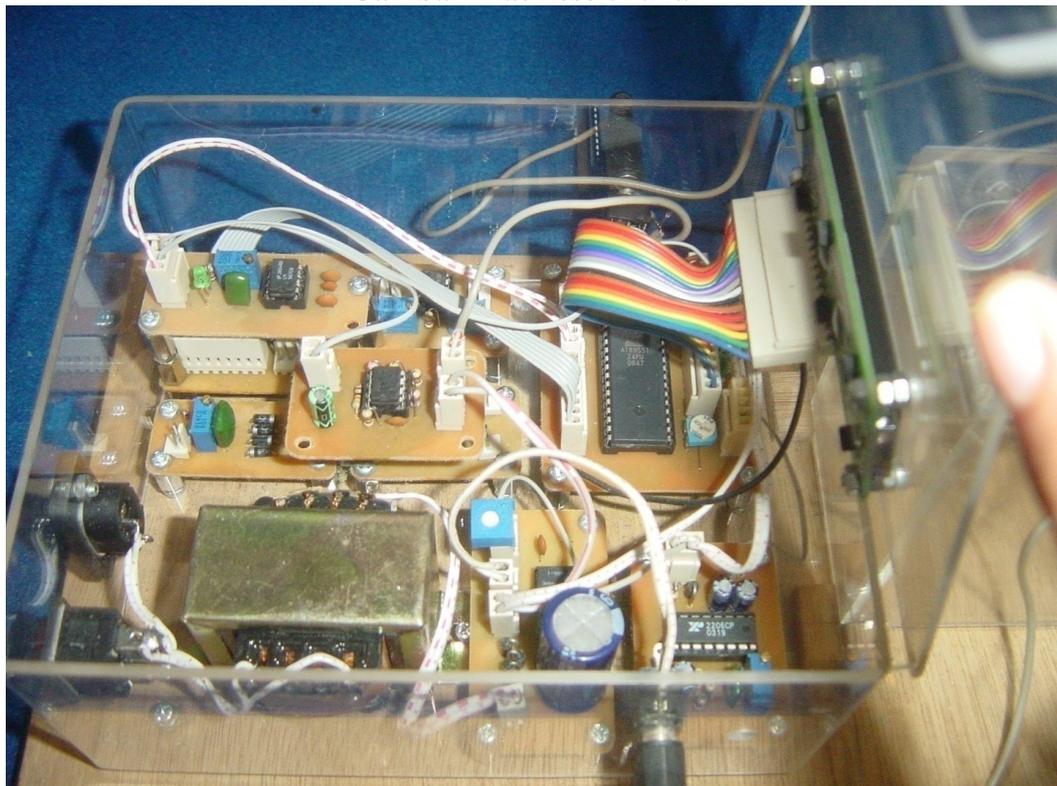
DAFTAR PUSTAKA

- Avianto, tiyo. 2008. *Sensor pendeteksi suara atau tone decoder dengan LM567*. [http://www. Tiyo avianto.com](http://www.Tiyoavianto.com)
- Dyayadi MT. 2008. *Alam Semesta Bertawaf*. KDT. Yogyakarta
- Elkamanya team. 2007. *Modul Praktikum Interface*. [http://www. Elka Brawijaya. Ac. Id/praktikum/tak. Php? Page 4](http://www.ElkaBrawijaya.Ac.Id/praktikum/tak.Php?Page4)
- Gerbang Sirkuit. 2009. *Arsitektur AT89S51/52 (MC S51)*. [http://www. Gerbang sirkuit. Wordpress. Com/2009/01/16/arsitektur AT89S5152-mcs 51](http://www.Gerbangsirkuit.Wordpress.Com/2009/01/16/arsitekturAT89S5152-mcs51)
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika jilid 1*. Erlangga. Jakarta
- Jatmiko, Indra. 2007. *Skripsi Pengukuran Viskositas Oli menggunakan Gelombang Ultrasonik*. Universitas Brawijaya. Malang
- Jazuli MA, *Dr. Ahzami sami'un*. 2005. *Menjelajah Kehidupan dalam al-Qur'an. Al-Ithi'om Cahaya Umat : Jakarta timur*
- Malvino, Albert Paul, PH.D., E.E. 2004. *Prinsip-prinsip Elektronika*, t erjemahan Ir. Alb. Joko Santoso, MT. Salemba Teknika. Jakarta
- Microholic mania. 2005. *Pemrograman (interface) LCD dengan Mikrokontroler AVR ATmega8535*. [http://www. Iddhien. com](http://www.Iddhien.com)
- Mutmainnah, Siti. 2008. *Skripsi Pembuatan Counter waktu pada percobaan viskositas berbasis mikrokontroler HRS8000*. UIN. Malang
- Nugroho, Rakhmat. 1987. *Skripsi Pengukuran Modulus Elastisitas Bahan menggunakan Gelombang Ultrasonik*. ITB. Bandung
- Sayyid Quthb. 2008. *Tafsir Fi Zhilahil Qur'an jilid 7*. Gema Insani Press. Jakarta
- Silaban, Pantur. 1981. *Dasar-dasar Elektroteknik*. Erlangga. Jakarta
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir al-Misbah Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an*. Lentera Hati. Jakarta
- Sutrisno. 1984. *Fisika Dasar, Gelombang dan Optik*. ITB. Bandung
- Zaki. 2007. *Cara Mudah Merangkai Elektronika Dasar Lanjutan*. Absolut. Yogyakarta

Lampiran 2. Gambar alat dan komponen-komponennya



Gambar Alat keseluruhan



Gambar komponen penyusun Alat

Lampiran 3. List program assembler

```
org      00h
;
Sign     Bit  P2.0
Trig     Bit  P2.1
Rest     Bit  P2.6
Enbl     Bit  P2.7
Char     Equ  30h
Dta0     Equ  31h
Dta1     Equ  32h
Dta2     Equ  33h
Dta3     Equ  34h
Dly0     Equ  35h
Dly1     Equ  36h
Dly2     Equ  37h
Dly3     Equ  38h
;
init:    acall  lcd_in
         acall  tmr_in
;
mulai:   mov    DPTR,#nama
         acall  line1
         mov    Char,#16
         acall  tulis
         mov    DPTR,#nim
         acall  line2
         mov    Char,#16
         acall  tulis
         acall  delay2
         mov    DPTR,#jur
         acall  line1
         mov    Char,#16
         acall  tulis
         mov    DPTR,#univ
         acall  line2
         mov    Char,#16
         acall  tulis
         acall  delay2
;
         mov    DPTR,#tpvsks
         acall  line1
         mov    Char,#16
         acall  tulis
         mov    DPTR,#tpvsnl
         acall  line2
         mov    Char,#16
         acall  tulis
;
measrm:  mov    TL0,#0
         mov    TH0,#0
         clr   TF0
         clr   Trig           ; trigger
         setb  TR0
```

```

measr0:  jb      Sign,measr1
         sjmp   measr2
measr1:  jnb      TF0,measr0
measr2:  setb    Trig
         clr     TR0
         mov     DPTR,#angka
         mov     P0,#0C2h
         acall   w_ins
         mov     A,TH0
         acall   tmrvsc
         mov     DPTR,#angka
         mov     A,Dta0
         lcall   wr_chr
         mov     P0,#'.'
         lcall   w_chr
         mov     A,Dta1
         lcall   wr_chr
         mov     A,Dta2
         lcall   wr_chr
         mov     A,Dta3
         lcall   wr_chr
         mov     P0,#0D0h
         acall   w_ins
;
         acall   delay1
         acall   delay1
         acall   delay1
         acall   delay1
         acall   delay1
         ljmp   measrm
;
tmrvsc:  mov     DPTR,#vscs00
         cjne   A,#00,tmvs00
         mov     DPTR,#vscs00
tmvs00:  cjne   A,#01,tmvs01
         mov     DPTR,#vscs01
tmvs01:  cjne   A,#02,tmvs02
         mov     DPTR,#vscs02
tmvs02:  cjne   A,#03,tmvs03
         mov     DPTR,#vscs03
tmvs03:  cjne   A,#04,tmvs04
         mov     DPTR,#vscs04
tmvs04:  cjne   A,#05,tmvs05
         mov     DPTR,#vscs05
tmvs05:  cjne   A,#06,tmvs06
         mov     DPTR,#vscs06
tmvs06:  cjne   A,#07,tmvs07
         mov     DPTR,#vscs07
tmvs07:  cjne   A,#08,tmvs08
         mov     DPTR,#vscs08
tmvs08:  cjne   A,#09,tmvs09
         mov     DPTR,#vscs09
tmvs09:  cjne   A,#10,tmvs10
         mov     DPTR,#vscs10

```

```

tmvs10: cjne    A,#11,tmvs11
        mov     DPTR,#vscs11
tmvs11: cjne    A,#12,tmvs12
        mov     DPTR,#vscs12
tmvs12: cjne    A,#13,tmvs13
        mov     DPTR,#vscs13
tmvs13: cjne    A,#14,tmvs14
        mov     DPTR,#vscs14
tmvs14: cjne    A,#15,tmvs15
        mov     DPTR,#vscs15
tmvs15: cjne    A,#16,tmvs16
        mov     DPTR,#vscs16
tmvs16: cjne    A,#17,tmvs17
        mov     DPTR,#vscs17
tmvs17: cjne    A,#18,tmvs18
        mov     DPTR,#vscs18
tmvs18: cjne    A,#19,tmvs19
        mov     DPTR,#vscs19
tmvs19: cjne    A,#20,tmvs20
        mov     DPTR,#vscs20
tmvs20: cjne    A,#21,tmvs21
        mov     DPTR,#vscs21
tmvs21: clr     A
        movc    A,@A+DPTR
        mov     Dta0,A
        inc    DPTR
        clr     A
        movc    A,@A+DPTR
        mov     Dta1,A
        inc    DPTR
        clr     A
        movc    A,@A+DPTR
        mov     Dta2,A
        inc    DPTR
        clr     A
        movc    A,@A+DPTR
        mov     Dta3,A
        ret

;
nilai:  mov     B,#100
        div    AB
        acall  wr_chr
        mov    A,B
        mov    B,#10
        div    AB
        acall  wr_chr
        mov    A,B
        acall  wr_chr
        ret

;
line1:  mov     P0,#080h
        acall  w_ins
        ret

;

```

```

line2:  mov     P0,#0C0h
        acall  w_ins
        ret

;
tulis:  clr     A
        acall  wr_chr
        inc   DPTR
        djnz  Char,tulis
        ret

;
wr_chr: movc   A,@A+DPTR
        mov   P0,A
        acall w_chr
        ret

;
w_ins:  clr     Enbl
        clr   Rest
        setb  Enbl
        clr   Enbl
        acall delay0
        ret

;
w_chr:  clr     Enbl
        setb  Rest
        setb  Enbl
        clr   Enbl
        acall delay0
        ret

;
lcd_in: mov    Dly3,#1
        acall  delay3
        mov   P0,#01h           ; Display Clear
        acall w_ins
        mov   P0,#38h         ; Function Set
        acall w_ins
        mov   P0,#0Dh         ; Display On, Cursor,
Blink
        acall w_ins
        mov   P0,#06h         ; Entry Mode
        acall w_ins
        mov   P0,#02h         ; Cursor Home
        acall w_ins
        ret

;
lcdclr: mov    P0,#01h         ; Display Clear
        acall  w_ins
        acall  delay0
        acall  delay0
        acall  delay0
        ret

;
tmr_in: mov    Dly3,#1
        acall  delay3
        mov   TMOD,#11h

```

```

        ret
;
delay0: djnz   Dly0,delay0
        ret
;
delay1: acall  delay0
        djnz   Dly1,delay1
        ret
;
delay2: mov    Dly2,#20
dely2:  acall  delay1
        djnz   Dly2,dely2
        ret
;
delay3: acall  delay0
        djnz   Dly1,delay3
        djnz   Dly3,delay3
        ret
;
nama:   DB     '   Eka Suci A   '
nim:    DB     ' NIM : 05540005 '
jur:    DB     '   Fisika     '
univ:   DB     '   UIN Malang  '
tppguk: DB     '   Pengukuran  '
tptmnl: DB     '   Timer : 00   '
tpvsks: DB     '   Viskositas  '
tpvsnl: DB     '   0.000 Kg/m.s '
angka: DB     '0123456789   '
;
vscs00: DB     0,0,0,0
vscs01: DB     0,4,7,0
vscs02: DB     0,4,5,0
vscs03: DB     0,4,3,0
vscs04: DB     0,4,1,0
vscs05: DB     0,3,9,0
vscs06: DB     0,3,7,0
vscs07: DB     0,3,5,0
vscs08: DB     0,3,3,0
vscs09: DB     0,3,1,0
vscs10: DB     0,2,9,0
vscs11: DB     0,2,7,0
vscs12: DB     0,2,5,0
vscs13: DB     0,2,4,4
vscs14: DB     0,2,3,8
vscs15: DB     0,2,3,2
vscs16: DB     0,2,2,6
vscs17: DB     0,2,2,0
vscs18: DB     0,2,1,4
vscs19: DB     0,1,9,8
vscs20: DB     0,1,8,2
vscs21: DB     0,1,6,6
;
        End

```