



MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

Laporan Penelitian

**PERANCANGAN SISTEM EKSPERIMEN VISKOSITAS CAIRAN
BERBASIS MIKROKONTROLER MCS-51 DENGAN
DISPLAY PERSONAL KOMPUTER**

Oleh :

Yohandri, M.Si.

MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG
TANGGAL : 22-2-2010
SUMBER/LOKASI : HD
KOLEKSI : KI
NO. INVENTARIS : 73/Hd/2010 - P.1(1)
KLASIFIKASI : 681.2 Yoh p.1

DIBIYAI DENGAN DANA DIK / RUTIN
UNIVERSITAS NEGERI PADANG TAHUN ANGGARAN 2009
DENGAN SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENELITIAN
NOMOR : 014/H35.2/PG/DIPA/2009
TANGGAL : 16 Juli 2009

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2009

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

1. Judul Penelitian : Perancangan Sistem Eksperimen Viskositas Cairan Berbasis Mikrokontroler MCS-51 Dengan Display Personal Komputer
2. a. Ketua Peneliti
- Nama Lengkap dan Gelar : Yohandri, M.Si
 - Jenis Kelamin : Laki-laki
 - Golongan Pangkat dan NIP : IIIb / 197807252006041003
 - Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
 - Jabatan Struktural
 - Jurusan/ Fakultas : Fisika / MIPA
 - Pusat Penelitian : UNP
- b. Alamat Ketua Peneliti
- Kantor/ telepon/fax : Jurusan Fisika FMIPA UNP
 - Rumah/telepon : Komp. Mutiara Putih Blok BB No. 7
3. Anggota Peneliti
4. Lokasi Penelitian : Jurusan Fisika FMIPA UNP
5. Jangka Waktu Penelitian : 8 Bulan
6. Biaya yang digunakan : Rp. 5.000.000;
(Lima Juta Rupiah)

Padang, 7 Januari 2010

Mengetahui :
Dekan FMIPA UNP



[Signature]
NIP. 195204231976031003

Ketua Peneliti

[Signature]

Yohandri, M.Si
NIP. 19780725 200604 1 003

Menyetujui,

Ketua Lembaga Penelitian



[Signature]
NIP. 19604301990011001

SURAT KETERANGAN

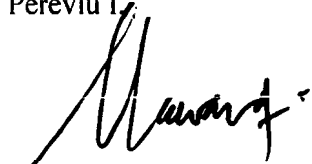
Dengan ini menerangkan bahwa laporan penelitian di bawah ini :

1. Judul Penelitian	: Perancangan Sistem Eksperimen Viskositas Cairan Berbasis Mikrokontroler MCS-51 Dengan Display Personal Komputer
2. a. Ketua Peneliti	
▪ Nama Lengkap dan Gelar	: Yohandri, M.Si
▪ Jenis Kelamin	: Laki-laki
▪ Golongan Pangkat dan NIP	: IIIb / 197807252006041003
▪ Jabatan Fungsional	: Asisten Ahli
▪ Jabatan Struktural	
Jurusan/ Fakultas	: Fisika / MIPA
Pusat Penelitian	: UNP
b. Alamat Ketua Peneliti	
▪ Kantor/ telepon/fax	: Jurusan Fisika FMIPA UNP
▪ Rumah/telepon	: Komp. Mutiara Putih Blok BB No. 7
3. Anggota Peneliti	: -
4. Lokasi Penelitian	: Jurusan Fisika FMIPA UNP

Telah direvisi sesuai dengan saran dan masukan dari reviuer

Padang, 7 Januari 2010

Pereviu I,



Dr. Mawardi Anwar, M.Si
NIP. 19611123 198903 2 001

Pereviu II,



Drs. H. Asrizal, M.Si
NIP. 19660603 199203 1 001

PERANCANGAN SISTEM EKSPERIMEN VISKOSITAS CAIRAN BERBASIS MIKROKONTROLER MCS-51 DENGAN DISPLAY PERSONAL KOMPUTER

Yohandri

ABSTRAK

Perancangan sistem eksperimen viskositas cairan berbasis mikrokontroler MCS-51 dengan display personal komputer telah dilakukan. Pengembangan sistem eksperimen viskositas perlu dilakukan untuk menghasilkan sistem eksperimen yang lebih mudah dan berkualitas. Tujuan dari penelitian adalah untuk mendesain sistem eksperimen viskositas cairan berbasis mikrokontroler MCS-51 dengan display personal komputer dan menyelidiki karakteristik statik dan kemampuannya dalam menentukan viskositas. Penelitian yang dilakukan termasuk kedalam jenis penelitian eksperimen laboratorium. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah pengukuran. Variabel yang diukur secara langsung adalah waktu, tegangan tahanan sensor dan tegangan keluaran rangkaian komparator, sedangkan yang diukur secara tidak langsung adalah kemiringan garis lurus dan nilai viskositas. Data yang didapat dari hasil pengukuran dianalisis secara grafik dan analisis kesalahan. Analisis grafik digunakan untuk mengetahui hubungan antara tahanan sensor LDR dan rangkaian pengolah sinyal dengan intensitas cahaya, sedangkan analisis kesalahan digunakan untuk menentukan ketepatan dan ketelitian timer dan penentuan viskositas. Dari analisis data didapatkan empat hasil penelitian ini yaitu : 1). Tahanan sensor LDR berkurang dengan bertambahnya intensitas cahaya yang mengenainya dengan sensitivitas $-11,55.(I)^{-1,56}$, 2). Tegangan keluaran rangkaian komparator saat intensitas cahaya dibawah 400 lux berada dalam kondisi tinggi 4,54 Volt dan untuk intensitas besar dari 400 lux tegangan keluaran rendah 0,59V. 3). Ketepatan dan ketelitian timer pada sistem ini cukup tinggi dengan rata-rata persentase ketepatan dan ketelitian secara berurutan adalah 99.9% dan 0,97, dan 4). Kemampuan sistem untuk menentukan nilai viskositas cairan telah diuji dan diperoleh tiga hasil pengukuran nilai viskositas cairan yaitu gliserin, Oli SAE40, dan minyak goreng secara berurutan sebesar 1121,99 mPas, 795,08mPas dan 79,78 mPas dan ketelitian sistem diperoleh antara 0.987 sampai 0.999.

Kata Kunci : Viskositas, LDR, Timer, Mikrokontroler, Komputer

PENGANTAR

Kegiatan penelitian mendukung pengembangan ilmu serta terapannya. Dalam hal ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang berusaha mendorong dosen untuk melakukan penelitian sebagai bagian integral dari kegiatan mengajarnya, baik yang secara langsung dibiayai oleh dana Universitas Negeri Padang maupun dana dari sumber lain yang relevan atau bekerja sama dengan instansi terkait.

Sehubungan dengan itu, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang bekerjasama dengan Pimpinan Universitas, telah memfasilitasi peneliti untuk melaksanakan penelitian tentang *Perancangan Sistik Eksperimen Viskositas Cairan Berbasis Mikrokontroler MCS-51 Dengan Display Personal Komputer*, berdasarkan Surat Perjanjian Kontrak Nomor : 490/H35/KU/DIPA/2009 Tanggal 2 April 2009.

Kami menyambut gembira usaha yang dilakukan peneliti untuk menjawab berbagai permasalahan pembangunan, khususnya yang berkaitan dengan permasalahan penelitian tersebut di atas. Dengan selesainya penelitian ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang akan dapat memberikan informasi yang dapat dipakai sebagai bagian upaya penting dalam peningkatan mutu pendidikan pada umumnya. Di samping itu, hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan masukan bagi instansi terkait dalam rangka penyusunan kebijakan pembangunan.

Hasil penelitian ini telah ditelaah oleh tim pembahas usul dan laporan penelitian, kemudian untuk tujuan diseminasi, hasil penelitian ini telah diseminarkan ditingkat Universitas. Mudah-mudahan penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pada umumnya dan khususnya peningkatan mutu staf akademik Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu terlaksananya penelitian ini, terutama kepada pimpinan lembaga terkait yang menjadi objek penelitian, responden yang menjadi sampel penelitian, dan tim perview Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang. Secara khusus, kami menyampaikan terima kasih kepada Rektor Universitas Negeri Padang yang telah berkenan memberi bantuan pendanaan bagi penelitian ini. Kami yakin tanpa dedikasi dan kerjasama yang terjalin selama ini, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan sebagaimana yang diharapkan dan semoga kerjasama yang baik ini akan menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Terima kasih.

Padang, Desember 2009

Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang,



Prof. Dr. Alang Fauzan, M.Pd., M.Sc.

NIP. 196004301990011001

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Pembatasan Masalah	3
C. Perumusan Masalah.....	4
D. Pertanyaan Penelitian	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN KEPUSTAKAAN	
A. Tinjauan tentang viskositas	6
B. LDR sebagai pengindera objek	8
C. Rangkaian komparator.....	9
D. Mikrokontroler	10
E. Personal Komputer	14

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	16
B. Jenis dan Variabel Penelitian.....	16
C. Desain Sistem Eksperimen Viskositas	16
D. Teknik Pengumpulan Data	18
E. Teknik Analisis Data	18

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Data	21
B. Pembahasan	28

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	32
B. Saran	33

DAFTAR PUSTAKA	34
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	35
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Data ketelitian alat untuk 5 durasi waktu	25
Tabel 2. Data ketelitian penentuan viskositas untuk 3 jenis cairan.....	28
Tabel 3. Data pengaruh intensitas cahaya terhadap tahanan sensor LDR	35
Tabel 4. Data pengaruh intensitas cahaya terhadap tegangan	35
keluaran LDR dan tegangan keluaran rangkaian komparator	
Tabel 5. Data pengukuran waktu alat ukur dengan alat ukur waktu standar	35
Tabel 6. Data pengukuran ketelitian alat ukur waktu.....	35
Tabel 7. Data pengukuran waktu dan penentuan viskositas	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Rangkaian konversi sensor LDR.....	8
Gambar 2. Bentuk fisik dan pin-pin pada mikrokontroler AT89C51	12
Gambar 3. Struktur rancangan dasar mikrokontroler AT89C51	13
Gambar 4. Blok diagram sistem eksperimen viskositas.....	17
Gambar 5. Diagram blok prosedur penelitian	18
Gambar 6. Hubungan tahanan LDR dengan intensitas cahaya	21
Gambar 7. Hubungan teganga keluaran komparator dengan intensitas cahaya .	23
Gambar 8. Perbandingan waktu alat standar denan alat ukur	24
Gambar 9. Perubahan waktu terhadap jarak.....	26
Gambar 10. Nilai viskositas cairan.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data hasil pengukuran	35
Lampiran 2. Rangkaian sistem eksperimen viskositas.....	37
Lampiran 3. Program assembly.....	38
Lampiran 4. Tampilan jendela pengukuran pada PC	40
Lampiran 5. Gambar aparatur eksperimen viskositas	40
Lampiran 6. Program Delphi.....	41
Lampiran 7. Data nilai viskositas.....	46

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Fisika merupakan suatu cabang ilmu sains yang memberikan kontribusi cukup besar terhadap kemajuan teknologi. Begitu banyak produk teknologi berawal dari pengembangan konsep-konsep Fisika. Disamping itu disadari pula bahwa Fisika menjadi salah satu dasar dari ilmu rekayasa seperti teknik listrik, teknik sipil, teknik mesin, dan sebagainya. Fisika juga diterapkan dalam kehidupan sehari-hari untuk membantu meringankan dan mempermudah pekerjaan manusia. Karena itu Fisika memegang peranan penting dan memberikan kontribusi yang cukup besar bagi kehidupan manusia.

Sebagai ilmu dasar, fisika mempelajari tentang berbagai aspek fundamental dari energi dan materi yang terdapat di alam. Pengetahuan fisika berkembang melalui aplikasi metoda ilmiah seperti pengumpulan data, perumusan hipotesis, dan pengujian hipotesis yang dikontrol oleh eksperimen. Melalui kegiatan eksperimen berbagai fenomena fisika dapat dibuktikan secara kongkrit. Karena itu, eksperimen memegang peranan penting dalam fisika.

Viskositas cairan adalah salah satu dari parameter fisika yang penting karena banyak ditemukan dalam kehidupan. Viskositas adalah sebuah ukuran penolakan sebuah fluida terhadap perubahan bentuk di bawah tekanan *shear*. Biasanya diterima sebagai "kekentalan", atau penolakan terhadap penuangan. Peranan viskositas cukup penting dalam perkembangan teknologi saat ini. Berbagai peralatan, mesin, kendaraan bermotor, dan berbagai peralatan teknologi lainnya sering sekali menggunakan cairan dengan nilai viskositas tertentu. Begitu pentingnya nilai parameter viskositas cairan, maka dalam ilmu Fisika teori ini tidak luput dari pembahasan. Pembahasan viskositas termasuk pada

bagian materi fluida. Untuk meningkatkan pemahaman tentang viskositas, teori ini juga di eksperimenkan di laboratorium. Dengan demikian peralatan atau sistem eksperimen yang digunakan di laboratorium harus mendukung untuk membantu pemahaman tentang konsep viskositas.

Penentuan nilai viskositas melalui eksperimen laboratorium umumnya dilakukan melalui pengukuran secara tidak langsung. Pengukuran secara tidak langsung dilakukan menggunakan parameter yang sudah diketahui dan mengukur kecepatan gerak benda dalam fluida. Kecepatan gerak benda dalam fluida diperoleh dengan menghitung waktu tempuh benda pada jarak tertentu. Namun pada umumnya untuk menghitung waktu dalam eksperimen viskositas yang ada saat ini menggunakan *stopwatch*. Penggunaan *stopwatch* ini dapat menyebabkan kesalahan dalam pengukuran, karena proses perhitungan waktu dilakukan secara manual. Untuk itu cukup penting dalam eksperimen ini membangun suatu alat penghitung waktu (timer) presisi dan berkerja secara otomatis. Sistem eksperimen viskositas dengan perhitungan waktu secara otomatis sudah pernah dikembangkan dalam penelitian sebelumnya (Marmi Zetri : 2009), namun belum bisa mengatasi masalah lain dalam eksperimen selama ini yaitu analisis data untuk menentukan nilai viskositas dilakukan secara manual oleh *user*. Hal ini juga dapat membuka peluang untuk terjadinya kesalahan dalam eksperimen. Untuk mengatasi masalah ini perlu dipikirkan bagaimana membangun suatu sistem yang dapat menentukan nilai viskositas dengan teliti melalui pengukuran waktu dan perhitungan nilai viskositas secara otomatis.

Perkembangan teknologi eletronika dan digital saat ini memberi peluang yang besar untuk mengembangkan sistem eksperimen viskositas yang berkualitas. Kehadiran teknologi sensor memberikan peluang untuk membuat suatu sistem pengendali timer

otomatis. Salah satu alternatif sensor yang dapat digunakan adalah sensor yang peka terhadap cahaya seperti *Light Dependance Resistance* (LDR). Sensor ini digunakan untuk mengendalikan perhitungan waktu yaitu untuk menentukan kapan memulai dan menghentikan perhitungan waktu. Untuk perhitungan waktu secara digital dapat dikembangkan menggunakan mikrokontroler. Ada beberapa keunggulan menggunakan mikrokontroler antara lain: dapat diprogram sesuai kebutuhan, dapat diprogram ulang, lebih tepat dan teliti, rangkaian lebih sederhana, mudah dihubungkan pada suatu output sensor dan antar muka ke personal komputer. Salah satu jenis mikrokontroler yang cukup murah dan mudah untuk didapatkan adalah mikrokontroler keluarga MCS-51. Untuk menghindari kesalahan dalam perhitungan nilai viskositas dapat dilakukan menggunakan personal komputer melalui sistem *interfacing*. Pengembangan teknologi *interfacing* pada personal komputer memungkinkan untuk menginput data waktu, jarak, dan variable lain yang dibutuhkan sehingga perhitungan viskositas dapat dilakukan secara otomatis dan ditampilkan pada display komputer.

Mengamati permasalahan dan peluang yang ada, maka peneliti merasa tertarik untuk mengembangkan sistem eksperimen viskositas, menyelidiki karakteristik statik, dan kemampuan sistem dalam menentukan nilai viskositas. Karena itu, sebagai judul dari penelitian ini adalah "Perancangan Sistem Eksperimen Viskositas Cairan Berbasis Mikrokontroler MCS-51 Dengan Display Personal Komputer"

B. Pembatasan Masalah

Mengingat begitu luasnya permasalahan yang berhubungan dengan sistem eksperimen viskositas maka dalam penelitian ini perlu dikemukakan beberapa batasan masalah diantaranya :

1. Sampel uji pada eksperimen ini hanya menggunakan cairan yang bening atau tembus cahaya yaitu gliserin, SAE40 dan minyak goreng. Hal ini untuk menjaga agar sensor dapat bekerja dengan baik.
2. Benda uji yang akan dijatuhkan dalam cairan berbentuk bundar dengan diameter jauh lebih kecil dari diameter tabung tempat cairan berada.
3. Karakteristik statik dari sistem eksperimen viskositas yang ditentukan meliputi sensitivitas sensor, ketepatan dan ketelitian timer serta ketelitian sistem dalam menentukan nilai viskositas

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu "Bagaimana karakteristik statik dan kemampuan sistem eksperimen viskositas untuk menentukan nilai viskositas suatu cairan dengan display personal komputer ?".

D. Pertanyaan Penelitian

Untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini perlu dikemukakan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana sensitivitas sensor dan hubungan antara tahanan sensor LDR dengan intensitas cahaya ?
2. Bagaimana hubungan antara tegangan keluaran rangkaian komparator dengan intensitas cahaya ?
3. Bagaimana ketepatan dan ketelitian dari sistem timer digital berbasis mikrokontroler pada sistem eksperimen viskositas ?
4. Bagaimana kemampuan sistem dalam menentukan nilai viskositas beberapa cairan ?

E. Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendesain sistem eksperimen viskositas cairan berbasis mikrokontroler MCS-51 dengan display personal komputer dan menyelidiki karakteristik statik dan kemampuannya dalam menentukan viskositas. Disisi lain tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

1. Menyelidiki sensitivitas sensor dan hubungan antara tahanan sensor LDR dengan intensitas cahaya.
2. Menyelidiki hubungan antara tegangan keluaran setiap blok rangkaian pengkondisian sinyal dengan intensitas cahaya.
3. Menentukan ketepatan dan ketelitian dari sistem timer digital berbasis mikrokontroler pada sistem eksperimen viskositas.
4. Menentukan kemampuan sistem dalam menentukan nilai viskositas beberapa cairan.

F. Manfaat Penelitian

Hasil pelaksanaan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dan manfaat bagi :

1. Kelompok bidang kajian Elektronika dan Instrumentasi dalam pengembangan instrumentasi Fisika berbasis elektronika.
2. Jurusan Fisika dalam pengembangan alat-alat praktikum untuk menunjang proses pembelajaran dan praktek di laboratorium.
3. Peneliti lain, sebagai sumber ide dan referensi dalam mengembangkan sistem eksperimen pada alat-alat laboratorium fisika.

BAB II

TINJAUAN KEPUSTAKAAN

A. Tinjauan Tentang Viskositas

Ilmu sains lahir berawal dari suatu proses eksperimen. Eksperimen adalah landasan dalam pendekatan empiris untuk memperoleh pengetahuan, baik dalam ilmu sosial maupun ilmu alam. Dalam kajian keilmuan, eksperimen didefinisikan sebagai metode untuk menyelidiki suatu bidang, memecahkan masalah praktis, dan membuktikan asumsi teoretis (Wikipedia : 2008). Dalam pembelajaran Fisika sebagai salah satu cabang ilmu sains, kedudukan eksperimen sangatlah penting. Eksperimen dalam pembelajaran Fisika dapat digunakan untuk menjelaskan atau membuktikan konsep-konsep Fisika yang dipelajari. Salah satu eksperimen Fisika yang terdapat di laboratorium adalah eksperimen viskositas.

Viskositas menyatakan besarnya gesekan yang terjadi dalam fluida atau lebih dikenal dengan istilah kekentalan. Semakin besar tingkat kekentalan suatu cairan maka makin besar juga gesekan yang terjadi. Kekentalan suatu cairan secara sederhana juga dapat diamati dari bentuk aliran suatu cairan. Untuk cairan yang memiliki kekentalan tinggi seperti aspal, treacle, dan gliserin tidak dapat mengalir dengan cepat. Disisi lain cairan yang memiliki kekentalan kecil seperti air dan gasolin dapat mengalir atau bergerak lebih mudah (Bernard Massey: 2006).

Untuk menentukan nilai viskositas suatu cairan dapat dilakukan melalui pengukuran tidak langsung. Gaya gesek yang bekerja pada suatu benda yang bergerak relatif terhadap suatu fluida akan sebanding dengan kecepatan relatif benda terhadap fluida:

$$F = -b.v \quad (1)$$

Dimana F adalah gaya gesek yang dialami benda, b merupakan konstanta gesekan, dan v adalah kecepatan benda.

Khusus untuk benda yang berbentuk bola dan bergerak dalam fluida yang sifat-sifatnya tetap, gaya gesek tersebut memenuhi hukum Stokes

$$F = 6 \eta \pi r v \quad (2)$$

dimana η adalah viskositas fluida dan r merupakan radius bola. Hukum Stokes ini dapat berlaku jika fluida tidak berolak (tidak terjadi turbulensi) dan luas penampang tabung tempat fluida cukup besar dibanding ukuran bola.

Bila sebuah benda padat berbentuk bola dengan jari-jari r dimasukkan ke dalam zat cair tanpa kecepatan awal bola tersebut akan bergerak ke bawah sehingga suatu saat bola akan bergerak dengan kecepatan tetap. Kecepatan tetap ini disebut kecepatan terminal yang terjadi pada saat gaya berat bola sama dengan jumlah antara gaya angkat ke atas (Archimedes), dan gaya gesek Stokes. Besarnya kecepatan terminal adalah:

$$V_T = \frac{2r^2g}{9\eta}(\rho - \rho_o) \quad (3)$$

Dalam persamaan (3) ρ adalah massa jenis bola dan ρ_o merupakan massa jenis fluida. Persamaan ini dapat diselesaikan untuk mendapatkan nilai viskositas, dengan mensubstitusi persamaan kecepatan $V_T = h/t$ pada persamaan (3) maka diperoleh persamaan viskositas

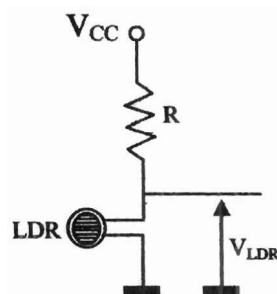
$$\eta = \frac{2r^2gt}{9h}(\rho - \rho_o) \quad (4)$$

Persamaan (4) merupakan persamaan yang akan digunakan untuk perhitungan nilai viskositas. Dalam persamaan ini h adalah jarak tempuh bola dalam zat cair dan t merupakan waktu yang dibutuhkan benda untuk menempuh jarak sejauh h .

B. LDR Sebagai Pengindera Objek

LDR (*Light Dependent Resistance*) adalah sebuah input *transduser* (sensor) yang mengkonversi intensitas cahaya ke resistansi. LDR terbuat dari bahan cadmium sulphide (CdS) yang merupakan sebuah semikonduktor dengan resistansi tinggi. Jika cahaya jatuh pada divais pada suatu frekuensi tinggi yang cukup, photon diserap oleh semikonduktor sehingga membuat elektron berikatan mempunyai energi yang cukup untuk pindah ke pita konduksi. Dengan adanya elektron bebas maka bahan berubah jadi penghantar listrik, sehingga dihasilkan nilai tahanan yang kecil. Berdasarkan kondisi ini dapat disimpulkan bahwa nilai resistansi sensor LDR akan rendah saat intensitas cahaya yang jatuh ke LDR bertambah. Sebaliknya resistansi meningkat saat cahaya yang jatuh ke LDR berkurang. Untuk LDR standar tahanan maksimum saat gelap sekitar $1\text{ M}\Omega$ dan pada intensitas cahaya tinggi tahananya sekitar 100Ω (Ryan, V : 2004).

Untuk pengolahan sinyal dalam rangkaian, maka sensor LDR membutuhkan rangkaian konversi. Rangkaian konversi berguna untuk merubah bersaran tahanan dari sensor LDR kedalam bentuk tegangan. Secara sederhana rangkaian konversi sensor LDR ke tegangan ditunjukkan seperti pada gambar 1



Gambar 1. Rangkaian konversi sensor LDR

C. Rangkaian Komparator

Op-amp ideal adalah suatu piranti linear dalam output yang sebanding dengan semua nilai tegangan input. Op-amp juga dapat berperan untuk menghasilkan output yang tidak linear dengan inputnya. Salah-satu aplikasi non linear penting dari op-amp yang paling sederhana yaitu komparator (Smith, R.J: 1992).

Suatu komparator elektronik adalah suatu piranti yang secara kontinu membandingkan dua sinyal A dan B. Bila sinyal $A > B$ maka output komparator dalam keadaan tinggi, sedangkan bila $B > A$ maka akan menghasilkan keadaan berlawanan. Komparator dapat dibangun dari sebuah op-amp tanpa balikan, sehingga sedikit perbedaan antara kedua sinyal yang dihubungkan pada input diferensial menyebabkan output berada dalam salah satu keadaan tinggi atau rendah (Crecraft, D.I: 1993). Disisi lain Boylestad, R (1989) mengatakan bahwa “ Suatu rangkaian komparator menerima masukan dari tegangan lineart dan menyediakan suatu tegangan keluaran digital yang menunjukkan satu input kurang atau lebih dari input lainnya”.

Besar tegangan keluaran pada komparator berada dalam dua keadaan tergantung nilai tegangan yang masuk pada terminal membalik dengan tegangan referensi pada terminal tak membalik. Bila tegangan masukan pada terminal membalik lebih besar dari tegangan referensi maka keluaran dari rangkaian komparator akan berada dalam keadaan rendah. Sebaliknya bila tegangan masukan pada terminal membalik lebih kecil dari tegangan referensi maka keluaran dari komparator akan berada dalam keadaan tinggi. Karena itu tegangan keluaran dari komparator masing-masing diberikan dalam bentuk $V_O^L = 0$ dimana keluaran dalam keadaan rendah dan $V_O^T = V_{sat}^+$ dimana keluaran dalam keadaan tinggi.

D. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan kombinasi dari CPU dengan memori dan I/O dilakukan dalam dalam level chip yang menghasilkan single chip mikrokomputer (SCM). Single chip mikrokontroler adalah suatu piranti yang dirancang untuk penggunaan dalam produk yang memerlukan kecanggihan dan pengontrolan fleksibel yang dapat disediakan oleh komputer.

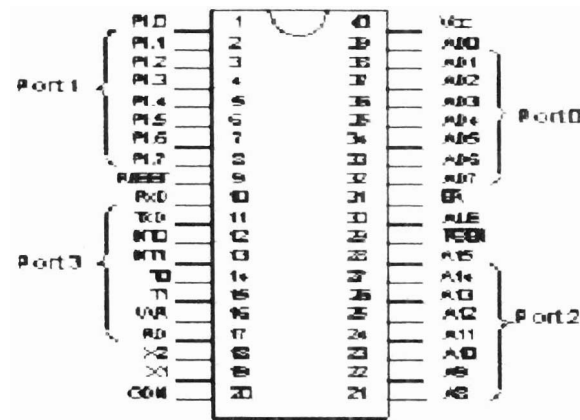
Mikrokontroler adalah suatu piranti chip tunggal yang berisi memori untuk informasi program dan data yang mempunyai logika untuk pembacaan kontrol input terprogram, manipulasi data, dan pengiriman output. Dengan kata lain mikrokontroler dibangun sebagai suatu interface untuk input/output yang mampu digunakan untuk sensor, aktuator dan komunikasi (Spasov, P : 1996).

Mikrokontroler merupakan suatu komponen elektronika yang unggul karena dapat digunakan untuk pengembangan suatu instrumen sesuai dengan keperluan. Pendapat ini diperkuat oleh Iovine, J (2000) yang mengungkapkan "Kemampuan mikrokontroler untuk menyimpan program tertentu membuatnya lebih unggul. Dalam hal ini program dari suatu mikrokontroler digunakan untuk membuat keputusan didasarkan pada situasi dan seleksi sebelumnya. Mikrokontroler memiliki kemampuan untuk membentuk fungsi matematika dan logika".

Disamping itu mikrokontroler juga memiliki beberapa keunggulan lain yaitu dalam pengontrolan input terprogram, manipulasi data, pengiriman output, membaca informasi, menyimpan informasi, komunikasi, pengukuran waktu dan pensaklaran (Agfianto: 2002). Dengan keunggulan yang dimilikinya, mikrokontroler dapat digunakan sebagai basis untuk pengembangan berbagai instrumen,

Mikrokontroler secara umum terdiri dari CPU, RAM, ROM, port serial dan parallel serta timer/counter. Mikrokontroler mempunyai 40 kaki, 32 kaki diantaranya adalah kaki untuk keperluan port parallel. Satu port parallel terdiri dari 8 kaki, dengan demikian 32 kaki tersebut membentuk 4 buah port parallel yang masing-masing dikenal dengan port 0, port 1, port 2, dan port 3. Nomor dari masing-masing jalur (kaki) dari port parallel dimulai dari 0 sampai 7, kaki pertama port 0 disebut dengan P0.0 dan jalur terakhir untuk port 3 adalah P3.7. Port 3 dipakai untuk berbagai keperluan sarana input/output yang khusus seperti pewaktu (timer), pencacah (counter), dan interupsi. Delapan kaki tersebut digunakan oleh PSEN (*Program State Enable*), ALE (*Address Latch Enable*), EA (*External Access*), RST (*Reset*), XTAL1 dan XTAL2 (input osilator pada chip), catu daya dengan tegangan 5 Volt dan ground.

Salah-satu tipe mikrokontroler yang dapat digunakan AT89C51. Atmel 89C51 adalah suatu mikrokomputer daya yang menyediakan solusi fleksibel tinggi dan harga relatif murah untuk beberapa aplikasi dalam pengontrolan yang tersimpan. Ada beberapa sifat penting dari mikrokontroler AT89C51 yaitu ; kompatibel dengan produk MCS-51, operasi statik penuh dari 0 Hz sampai 24 MHz, tiga kunci level program memori, RAM internal 128x8bit, jalur I/O terprogram 32, memiliki dua timer/counter 16-bit, memiliki 6 sumber interup chanel serial terprogram dan daya rendah. Bentuk fisik dan pin-pin pada mikrokontroler AT89C51 dapat dilihat pada gambar 2:



Gambar 2. Bentuk Fisik dan Pin-Pin Pada Mikrokontroler AT89C51

Dari gambar 2 maka dapat ditentukan fungsi dari masing-masing pin, diantaranya:

1. Vcc (kaki 40): sebagai suplay tegangan.
2. GND (kaki 20): untuk ground atau pentanahan.
3. (kaki 9): masukan reset. Kondisi '1' selama 2 siklus mesin selama osilator bekerja akan mereset mikrokontroler yang bersangkutan.
4. ALE/ prog (kaki 30): keluaran ALE atau *Adress Latch Enable* menghasilkan pulsa-pulsa untuk mengancing byte rendah (*low byte*) alamat selama mengakses memori eksternal. Kaki ini juga berfungsi sebagai masukan pulsa program (*the program pulse input*).
5. PSEN (kaki 29): *Program Store Enable* merupakan sinyal baca untuk memori program eksternal.
6. EA/Vpp (kaki 31): *External Access Enable*. EA harus selalu dihubungkan ke ground, jika mikrokontroler akan megeksekusi program dari memori eksternal lokasi 0000h hingga FFFFh. Selain dari itu EA harus dihubungkan ke VCC agar mikrokontroler mengakses program secara internal. Kaki ini juga berfungsi menerima tegangan 12 Volt (Vpp) selama pemograman *flash*.

E. Personal Komputer

Dalam bentuk dasar suatu komputer adalah suatu mesin yang penting untuk menerima, menyimpan, memanipulasi, dan mengkomunikasikan informasi. Sistem komputer juga merupakan suatu sistem elektronika, yang biasanya dikonstruksi dari rangkaian terintegrasi digital (ICs) yang dapat mengeksekusi struktur dari operasi logika yang diberikan dalam suatu program (John, A : 1994).

Kata komputer berasal dari bahasa Inggris *to compute*, yang berarti menghitung. Karena itu ada orang yang menyebut komputer sebagai piranti penghitung. Selain menghitung, komputer juga dapat melakukan pengolahan misalnya menterjemahkan naskah, menambahkan atau menghilangkan kata pada naskah, mengalihkan keterangan atau data, mengerjakan tatabuku, mengendalikan pengolahan dan sebagainya (Dirksen, A. J : 1986).

Suatu komputer mempunyai 4 fungsi yaitu: menerima data (*input*), mengolah data (*processing*), menghasilkan output (*output*), dan menyimpan data (*storage*). Pernyataan ini sesuai dengan Sharon, A (2000) yang mengemukakan bahwa "komputer memiliki kemampuan menerima data, pengolahan data secara logika dan aritmatika, menghasilkan keluaran dari pengolahan, dan menyimpan hasil untuk kegunaan yang akan datang".

Komputer dapat dibedakan atas beberapa kelas tergantung kepada ukuran, harga, dan kinerja. Ada beberapa kategori komputer yang dikenal seperti personal komputer, workstation, minicomputer, mainframe, dan superkomputer. Personal komputer merupakan salah-satu kelas komputer dengan tugas sistem user tunggal. Sebagai contoh IBM personal komputer (Anderson, A. J: 1994).

Personal Computer (PC) adalah suatu mesin yang mampu membentuk perhitungan dan instruksi secara cepat dan berulang. Rancangan digunakan oleh user tunggal pada suatu waktu. Suatu PC biasanya lebih kecil, lebih murah, dan lebih mudah

untuk digunakan dibandingkan dari superkomputer atau mainframe komputer. PC telah direvolusi dalam dunia hiburan, Sains, media, seni, kedokteran, pendidikan, dan bisnis karena karena PC menyediakan kemampuan perhitungan pada harga rendah untuk orang dengan pengalaman pemrograman secara luas. PC juga mampu untuk antar muka dengan jaringan komunikasi worldwide seperti internet dan grafik didasarkan database, untuk menemukan dan mengirimkan informasi pada beberapa subjek (Snyder, T. L: 2007).

Suatu PC terdiri dari rangkaian elektronika yang dikenal dengan mikroprosesor seperti unit pengolahan pusat, yang berfungsi langsung melakukan operasi logika dan aritmatika dan mengeksekusi program komputer. Suatu PC juga mempunyai memori yang dikenal dengan random access memory (RAM) untuk menyimpan data dan program sementara. User suatu PC memasukkan informasi dan perintah melalui keyboard atau suatu piranti penunjuk yang dikenal dengan mouse. Informasi dari PC ditampilkan pada video monitor atau display kristal cair (LCD). PC dijalankan dengan software yang disebut sistem operasi (Snyder, T. L: 2007).

Komputer PC dapat digunakan untuk berbagai aplikasi. Beberapa aplikasi software PC antara lain: PC sebagai lembaran kerja, pengolahan kata, database, platform multimedia, world wide web, jaringan workstation, jaringan server, penghitungan, dan sebagainya.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Wilayah Penelitian dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang. Waktu pelaksanaan penelitian ini diperkirakan berlangsung selama 8 bulan dari awal bulan April sampai akhir november 2009. Dalam selang waktu ini kegiatan dapat dibagi menjadi beberapa tahap kegiatan yaitu perancangan sistem penginderaan cahaya, persiapan komponen dan perakitan rangkaian sementara pada *projectboard*, pengambilan data hasil pengukuran, perakitan sistem pada PCB, pengolahan dan analisis data, serta pelaporan.

B. Jenis dan Variabel Penelitian

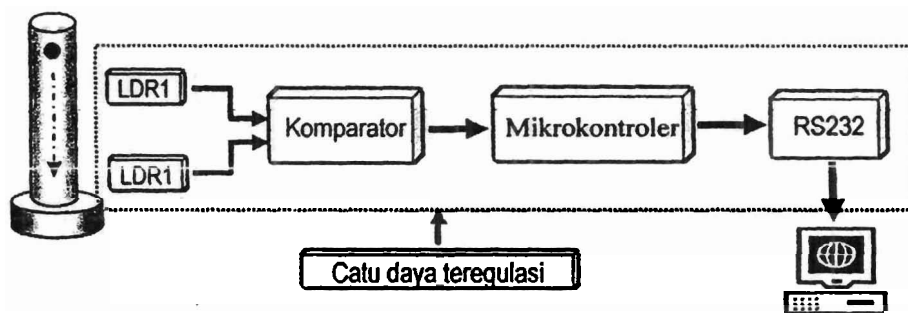
Dalam penelitian ini dilakukan manipulasi terhadap variabel bebas, pengukuran terhadap besaran fisika, dan pengontrolan terhadap variabel yang lain. Sebagai variabel bebas pada penelitian ini adalah jarak sensor yang merupakan jarak lintasan benda dalam cairan. Sementara yang berfungsi sebagai variabel terikat adalah waktu tempuh benda sepanjang lintasan dan viskositas. Mengingat dalam penelitian ini terkait dengan banyak variabel maka beberapa variabel perlu untuk dikontrol atau nilainya dijaga agar tidak berubah selama pengukuran. Untuk sistem penentuan viskositas ini variabel yang dikontrol adalah nilai komponen rangkaian, jenis dan dimensi bola.

C. Desain Sistem Eksperimen Viskositas

Secara umum sistem eksperimen viskositas yang dikembangkan meliputi desain perangkat keras dan desain perangkat lunak. Desain perangkat keras merupakan kombinasi beberapa rangkaian dasar elektronika sedangkan perangkat lunak dibangun

menggunakan bahasa pemrograman Assembly dan Delphi yang ditanam dalam IC mikrokontroler dan pada komputer. Kedua sistem dikombinasi sehingga membentuk suatu sistem eksperimen viskositas yang bekerja secara utuh dan kompatibel.

Perangkat keras dari sistem eksperimen viskositas terdiri dari rangkaian sensor LDR, pengolah sinyal, mikrokontroler, dan rangkaian komunikasi serial dengan RS232 serta personal komputer sebagai display. Komponen aktif dalam rangkaian dioperasikan dengan sebuah catu daya teregulasi. Rangkaian sensor LDR digunakan untuk mendeteksi gerakan bola jatuh dalam cairan sekaligus mengendalikan timer. Mikrokontroler digunakan sebagai timer dan komunikasi serial. Rangkaian RS232 akan berfungsi untuk komunikasi serial dengan komputer menggunakan standart UART. Untuk pengolahan data lebih lanjut digunakan seperangkat komputer melalui bahasa pemrograman Delphi. Secara umum diagram blok dari sistem start stop timer diperlihatkan pada gambar 4

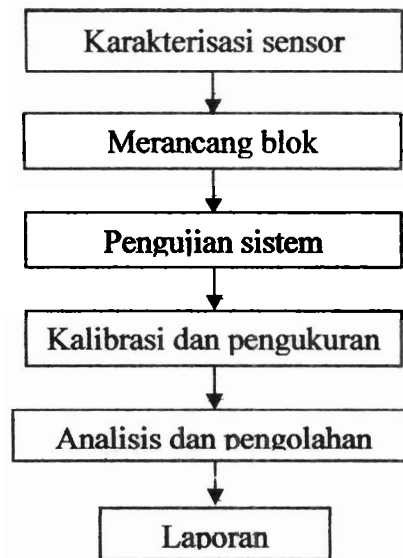


Gambar 4. Blok diagram sistem eksperimen viskositas

Pada sistem eksperimen viskositas waktu tempuh benda dalam cairan dihitung dengan timer yang dikendalikan oleh sensor LDR. Sinyal LDR selanjutnya akan mengendalikan rangkaian komparator dan memicu pin start dan stop pada mikrokontroler. Hasil perhitungan waktu akan dikirim ke komputer melalui rangkaian RS232 dan diolah pada computer menggunakan program Delphi.

D. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran terhadap besaran fisika yang terdapat pada sistem eksperimen viskositas. Teknik pengukuran yang digunakan meliputi pengukuran secara langsung dan tidak langsung. Besaran fisika yang diukur secara langsung adalah waktu tempuh benda dalam cairan. Sementara itu pengukuran tidak langsung dilakukan untuk menentukan nilai viskositas cairan. Pengukuran dilakukan sesuai dengan tahap-tahap penelitian dan rancangan sistem eksperimen viskositas. Gambaran prosedur penelitian perancangan eksperimen viskositas ditampilkan dalam diagram blok pada gambar 5



Gambar 5. Diagram blok prosedur penelitian

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data hasil pengukuran yang dilakukan meliputi analisis secara grafik dan statistik. Tujuan utama dari grafik adalah untuk memberikan kesan visual dari hasil. Dalam praktek fisika, grafik memiliki tiga kegunaan utama yaitu : untuk menentukan harga beberapa besaran, sebagai alat bantu visual, dan mendapatkan beberapa nilai parameter lain dengan melukiskan hubungan antara dua variabel yang

diperoleh dari pengukuran atau perhitungan. Plot terhadap data dilakukan menggunakan program microsoft excel. Hasil plot variabel terikat terhadap variabel bebas kemudian dianalisis dan diinterpretasikan meliputi penyimpangan antara hasil pengukuran dengan pendekatan, hubungan antara suatu variabel dengan variabel lain, masalah nilai awal, dan kemiringan dari suatu garis lurus. Sementara itu, teori kesalahan digunakan untuk menganalisis hasil pengukuran secara berulang.

Kesalahan mutlak dapat didefinisikan sebagai perbedaan antara nilai variabel yang dipercaya dengan nilai variabel yang terukur. Dalam bentuk matematis kesalahan mutlak diekspresikan seperti:

$$KM = Y_n - X_n \quad (5)$$

Pada persamaan (5), KM = kesalahan mutlak, Y_n = nilai yang dipercaya, dan X_n = nilai yang terukur.

Ketepatan (*accuracy*) adalah kualitas yang mengkarakterisasi kapasitas dari suatu instrumen pengukuran untuk memberikan hasil yang dekat dengan nilai sebenarnya dari besaran yang diukur. Nilai ideal diperoleh bila pengukuran dibuat dengan menggunakan suatu metoda ideal (Pallas, R: 1991). Persentase kesalahan (*percent error*) merupakan persentase simpangan antara harga besaran yang diukur dengan nilai yang dipercaya (*expected value*). Secara matematika persentase kesalahan dapat ditentukan dari persamaan :

$$\text{Persentase kesalahan} = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100 \% \quad (6)$$

Pada persamaan (6), Y_n merupakan nilai yang dipercaya (*expected error*), dan X_n menyatakan nilai yang diukur (*measured error*). Berdasarkan nilai data kesalahan yang diperoleh dapat ditentukan ketepatan relatif (*relative accuracy*) dari suatu pengukuran seperti pada persamaan 7

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \quad (7)$$

Pada persamaan 7, A menyatakan akurasi relatif yang sering dikenal dengan ketepatan relatif (Jones, L.D: 1995).

Ketelitian (*precision*) dari pengukuran merupakan kesamaan harga dari sekelompok pengukuran. Nilai yang paling mungkin dari suatu pengukuran variabel adalah nilai rata-rata dari total pengukuran yang dilakukan. Nilai rata-rata pengukuran dapat diberikan oleh persamaan berikut:

$$\bar{X}_n = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n X_n \quad (8)$$

Disini X_n adalah nilai pengukuran ke-n dan n adalah jumlah total pengukuran. Ketelitian dari suatu pengukuran adalah suatu kuantitas atau angka yang menunjukkan berapa dekatnya hasil dari set pengukuran berulang dari variabel dengan sama dengan rata-rata set pengukuran (Jones, L.D: 1995). Ketelitian dapat diekspresikan dalam bentuk persamaan seperti:

$$\text{Ketelitian} = 1 - \left| \frac{X_n - \bar{X}_n}{\bar{X}_n} \right| \quad (9)$$

Dimana, X_n = nilai dari pengukuran ke n dan \bar{X}_n = rata-rata dari set n pengukuran. Berdasarkan persamaan 9 ini dapat disimpulkan bahwa jika nilai ketelitian diperoleh 1 berarti 100 % data hasil pengukuran adalah sama, dengan demikian persamaan ketelitian dalam bentuk persentase adalah

$$\text{Ketelitian} = \left(1 - \left| \frac{X_n - \bar{X}_n}{\bar{X}_n} \right| \right) \times 100\% \quad (10)$$

BAB IV

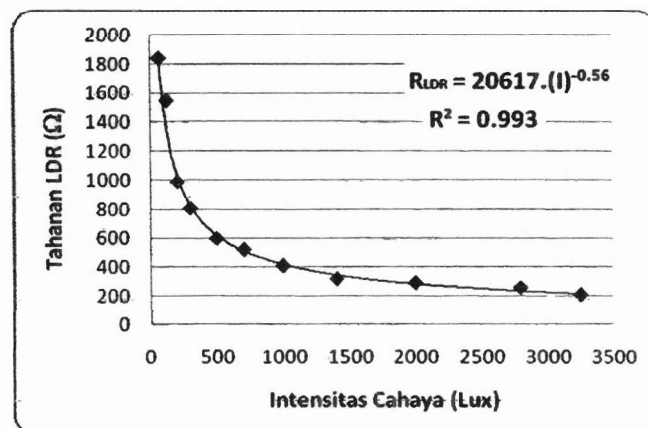
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengukuran adalah bagian yang penting dalam suatu penelitian, karena melalui data dapat digambarkan hubungan antara besaran dan variabel dalam penelitian. Data dan pengolahan data ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Dalam penelitian ini data pengukuran yang diperoleh meliputi data karakteristik sensor LDR, karakteristik timer, dan kemampuan sistem dalam menentukan nilai viskositas. Selanjutnya data hasil pengukuran dianalisis dengan menggunakan teknik grafik dan analisis kesalahan yang telah dikemukakan pada sebelumnya.

A. Analisis Data

1. Karakteristik Sensor LDR

Sensor LDR merupakan sensor yang peka terhadap intensitas cahaya. Perubahan intensitas cahaya akan menyebabkan perubahan nilai tahanan sensor LDR. Pengukuran karakteristik sensor LDR dilakukan dengan bervariasi intensitas cahaya menggunakan lampu penerangan dan mengukur nilai tahanan LDR menggunakan ohmmeter. Perubahan tahanan LDR terhadap intensitas cahaya yang mengenainya dapat diperhatikan pada gambar 6



Gambar 6. Hubungan tahanan LDR dengan intensitas cahaya

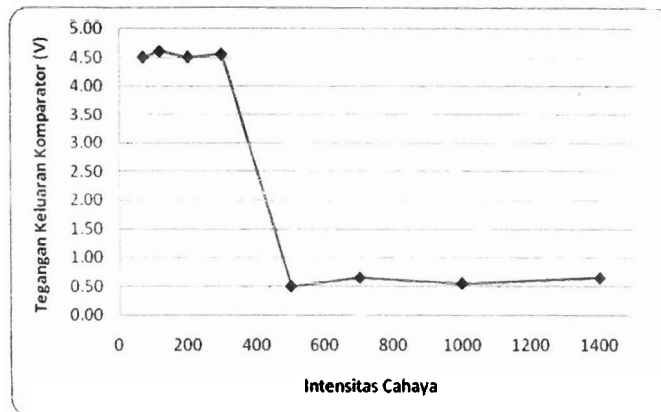
Berdasarkan gambar 6 terlihat bahwa tahanan LDR berkurang dengan meningkatnya intensitas cahaya yang mengenainya. Perubahan tahanan LDR terhadap intensitas cahaya dapat ditulis dalam bentuk

$$R_{LDR} = \frac{20617}{I^{0,56}} \quad (11)$$

Dari persamaan (11) dapat dijelaskan bahwa saat intensitas cahaya bertambah maka nilai tahanan LDR akan berkurang menurut persamaan pangkat. Angka 20617 dalam persamaan merupakan nilai tahanan maksimum yang dimiliki oleh LDR saat intensitas cahaya hampir mendekati nol. Untuk nilai intensitas cahaya sama dengan 0 maka tahanan LDR akan bernilai takhingga. Disamping itu, persamaan 11 juga dapat menggambarkan bahwa nilai tahanan LDR berbanding terbalik dengan intensitas cahaya pangkat 0,56 ($I^{0,56}$). Sensitivitas sensor LDR dapat diperoleh dengan melakukan diferensiasi persamaan 10 terhadap intensitas cahaya sehingga diperoleh sensitivitas sensor LDR sebesar $-11,55.(I)^{-1,56}$. Berdasarkan pendekatan garis pangkat (*power*) diperoleh koefisien determinasi data sebesar 0.993, yang berarti 99.3% perubahan tahanan LDR dipengaruhi oleh perubahan intensitas cahaya.

2. Tegangan Keluaran Rangkaian Komparator

Rangkaian komparator berfungsi untuk membuat dua kondisi level tegangan keluaran yaitu kondisi tinggi (*high*) dan kondisi rendah (*low*). Transisi level tegangan berguna untuk mengendalikan timer mikrokontroler. Untuk mengetahui kondisi tegangan keluaran komparator dilakukan dengan cara merubah intensitas cahaya pada LDR dan mengukur tegangan keluaran pada komparator. Konfigurasi komparator yang dikembangkan menggunakan tegangan referensi sekitar 2,5 Volt. Berdasarkan data hasil pengukuran diperoleh hubungan tegangan keluaran komparator dengan intensitas cahaya seperti ditunjukkan pada gambar 7



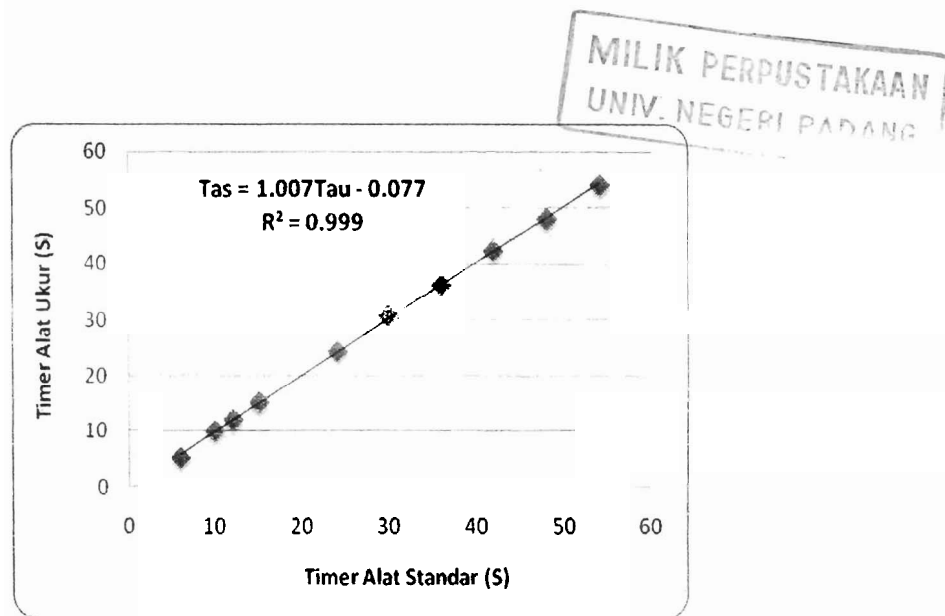
Gambar 7. Hubungan tegangan keluaran komparator dengan intensitas cahaya

Gambar 6 menampilkan kondisi tegangan keluaran komparator yang berada pada dua kondisi. Pada saat intensitas cahaya berada dibawah 400 lux tegangan keluaran komparator berada dalam kondisi tinggi dengan rata-rata 4,54 Volt. Sementara itu, tegangan keluaran rendah dengan rata-rata 0,59V saat intensitas cahaya yang mengenai LDR lebih besar dari 400 lux.

3. Karakteristik Timer

a. Ketepatan Timer

Ketepatan timer ditentukan dengan mengukur pengukuran waktu alat yang dibuat dan membandingkan dengan pengukuran waktu dari alat standar. Sebagai alat ukur waktu standar dalam pengukuran ini digunakan *stopwatch* digital. Pengukuran dilakukan dengan mengamati waktu alat standar dan menghentikan perhitungan waktu alat standar dan alat ukur yang dibuat secara bersamaan. Dalam penelitian ini pengambilan data ketepatan ini dilakukan untuk 10 variasi waktu yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil pengukuran waktu alat yang dibuat dengan alat standar diplot data dalam bentuk grafik seperti ditunjukkan pada gambar 8



Gambar 8. Perbandingan waktu alat standar dengan alat ukur

Berdasarkan gambar 8 terlihat bahwa titik-titik data pengukuran dari alat ukur yang dibuat sebanding dengan titik-titik data pengukuran waktu dari alat standar. Melalui pendekatan garis lurus dapat diperoleh persamaan yang menggambarkan hubungan kedua data pengukuran seperti pada persamaan 12

$$T_{as} = 1,007T_{au} - 0,077 \quad (12)$$

Dari persamaan 12 dapat dilihat bahwa gradiennya adalah positif yang artinya waktu yang ditunjukkan oleh alat berbanding lurus dengan waktu yang ditunjukkan oleh alat standar. Besar koefisien determinasi dari data adalah 1,007 yang berarti kenaikan nilai alat ukur hampir sebanding dengan kenaikan nilai alat ukur standar. Angka 0,077 menunjukkan bahwa nilai pengukuran waktu alat ukur lebih besar 0,077 detik dibandingkan pengukuran waktu oleh alat ukur standar. Sementara itu angka 0,999 merupakan koefisien determinasi yang berarti nilai pengukuran alat yang dibuat 99,9% hampir sama dengan pengukuran dari alat standar.

b. Ketelitian Timer

Untuk menyelidiki ketelitian pengukuran waktu dari alat yang dibuat dilakukan dengan mengukur satu durasi waktu secara berulang. Dalam menyelidiki ketelitian ini

digunakan 5 variasi durasi waktu yaitu 10, 20,30,40,dan 50 detik dan masing-masing durasi diukur sebanyak 10 kali. Berdasarkan pengolahan data hasil pengukuran untuk kelima durasi waktu diperoleh data ketelitian seperti pada tabel 1

Tabel 1. Data ketelitian alat untuk 5 durasi waktu

No	t _{desain} (det)	tukur rata-rata	Simpangan	Ketelitian rata-rata
1	10	9.70	0.3	0.94
2	20	20.20	0.2	0.97
3	30	30.70	0.7	0.99
4	40	40.80	0.8	0.99
5	50	50.60	0.6	0.99
Rata-rata				0.98

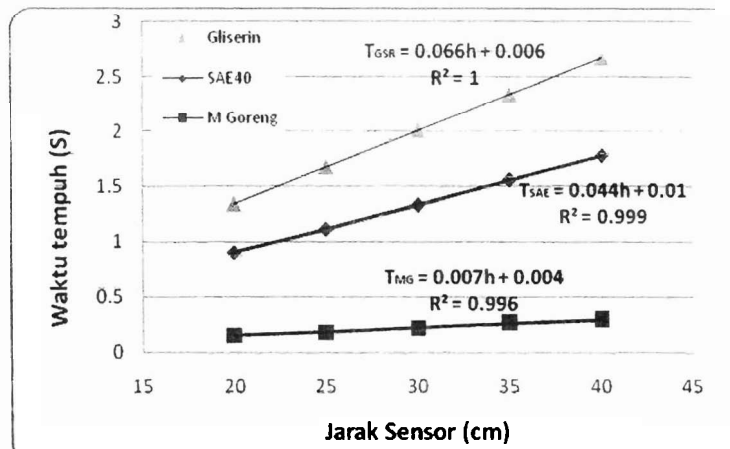
Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat ketelitian timer cukup tinggi antara 0.94 sampai 0.99, dan rata-rata penyimpangan bervariasi antara 0,2 detik sampai 0,7 detik. Dari analisis statistik diatas dapat disimpulkan bahwa alat ukur waktu yang dibuat memiliki ketelitian yang tinggi.

3. Penentuan Viskositas Cairan

a. Pengaruh jarak terhadap waktu tempuh objek dalam cairan

Pengaruh perubahan jarak terhadap waktu tempuh dapat diperoleh dengan memvariasikan jarak tempuh dan menghitung waktu tempuh objek dalam cairan. Jarak tempuh diukur dari posisi sensor pertama ke posisi sensor kedua. Sebagai objek yang digunakan dalam pengambilan data ini adalah bola besi dengan jari-jari 3,4 mm dan bola kaca dengan jari 5,54mm. Untuk sampel gliserin dan oli bola jatuh yang digunakan terbuat dari bahan besi, sedangkan untuk minyak goreng digunakan bola kaca (kelereng). Perbedaan penggunaan bola adalah untuk mengantisipasi perbedaan kecepatan bola jatuh dalam cairan. Jarak tempuh dihitung berdasarkan jarak antara sensor pertama sebagai pemicu timer dengan sensor kedua yang berfungsi sebagai penghenti timer. Berdasarkan pengukuran waktu tempuh benda dalam tiga jenis cairan

untuk lima variasi jarak diperoleh grafik hubungan waktu tempuh dengan jarak seperti ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Perubahan waktu terhadap jarak

Pada Gambar 9 terlihat bahwa waktu yang dibutuhkan bola untuk bergerak dalam suatu cairan sebanding dengan pertambahan jarak. Hubungan antara waktu tempuh terhadap jarak tempuh untuk gliserin memenuhi persamaan (13):

$$T_{GSR} = 0,066h + 0,006 \tag{13}$$

Dalam persamaan (13) angka 0.066 menunjukkan sensitivitas pengukuran dimana pertambahan jarak 1 cm akan menyebabkan waktu tempuh bertambah sebesar 0.066 detik. Sementara angka 0,006 adalah nilai kesalahan timer, dimana untuk timer ideal nilai ini harus sama dengan nol. Koefisien determinasi 1 menunjukkan 100% kenaikan waktu tempuh sebanding dengan jarak, sehingga dapat dikatakan bahwa kecepatan terminal untuk sampel air dapat dicapai.

Sementara hubungan antara kenaikan waktu tempuh terhadap perubahan jarak untuk oli SAE 40 ditunjukkan dalam persamaan:

$$T_{SAE} = 0,044h + 0,01 \tag{14}$$

Pada persamaan (14) angka 0.044 menunjukkan sensitivitas pengukuran dimana setiap penambahan jarak 1 cm, waktu tempuh akan bertambah 0.044 detik. Standar determinasi

0.999 menunjukkan 99.9% kenaikan waktu tempuh sebanding dengan jarak, sehingga dapat dikatakan bahwa kecepatan terminal telah tercapai.

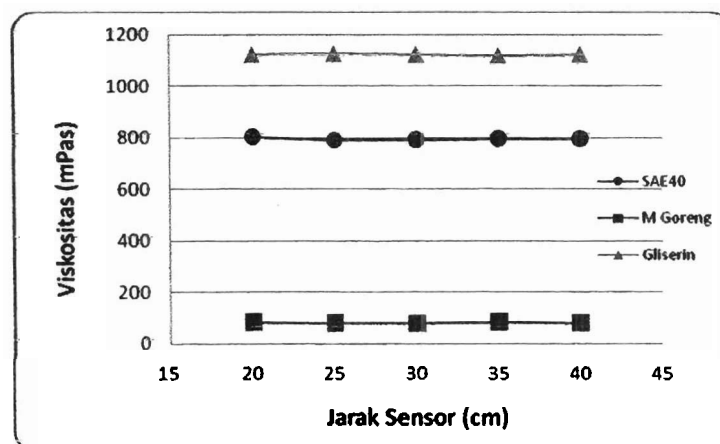
Perubahan waktu tempuh terhadap jarak tempuh pada sampel minyak goreng dapat dilihat pada persamaan (15):

$$T_{GSR} = 0,007h + 0,004 \quad (15)$$

Pada persamaan (15) angka 0.007 menunjukkan sensitivitas pengukuran dimana setiap penambahan jarak 1 cm, waktu tempuh akan bertambah 0.007 detik. Standar determinasi 0.996 menunjukkan 99.6% kenaikan waktu tempuh sebanding dengan jarak, sehingga dapat dikatakan bahwa kecepatan terminal untuk sampel minyak goreng dapat dicapai.

b. Penentuan nilai viskositas

Penentuan nilai viskositas dilakukan melalui proses perhitungan dalam *software* yang dibangun menggunakan delphi berdasarkan data waktu yang dikirimkan dari mikrokontroler. Data timer yang diterima komputer selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai viskositas dan menampilkan hasil perhitungan pada layar komputer. Dalam penentuan viskositas cairan ini digunakan tiga sampel cairan yaitu gliserin, oli SAE40 dan minyak goreng. Pengukuran viskositas tiap cairan dilakukan dengan untuk lima variasi jarak sensor. Berdasarkan data waktu tempuh benda untuk lima variasi jarak diperoleh nilai viskositas cairan seperti ditunjukkan dalam gambar 10.



Gambar 10. Nilai viskositas cairan

Grafik pada Gambar 10 menunjukkan bahwa nilai viskositas yang diperoleh hampir sama untuk tiap variasi jarak, atau dengan kata lain nilai viskositas suatu cairan tidak bergantung pada jarak. Berdasarkan gambar pada grafik terlihat nilai viskositas gliserin paling tinggi diikuti oleh oli SAE 40 dan minyak goreng. Rata-rata nilai viskositas gliserin untuk lima variasi jarak diperoleh 1121,99 mPas. Sementara rata-rata nilai viskositas untuk Oli SAE 40 dan minyak goreng secara berturut-turut adalah 795,08mPas dan 79,78 mPas.

Untuk menyelidiki ketelitian penentuan nilai viskositas dari sistem dilakukan dengan menentukan satu nilai viskositas cairan secara berulang. Dalam menyelidiki ketelitian ini digunakan 3 jenis cairan yaitu Oli SAE40, minyak goreng dan gliserin dan tiap jenis cairan ditentukan sebanyak 5 kali. Berdasarkan data hasil penentuan viskositas untuk ketiga jenis cairan diperoleh data ketelitian seperti pada tabel 2

Tabel 2. Data ketelitian penentuan viskositas untuk 3 jenis cairan

No	Jenis Cairan	Viskositas rata-rata	Ketelitian rata-rata	Ketelitian rata-rata (%)
1	Oli SAE 40	795.08	0.996	99.597
2	Minyak goreng	79.784	0.987	98.673
3	Gliserin	1121.99	0.999	99.887
			Rata-rata	99.386

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat ketelitian alat dalam menentukan nilai viskositas cukup tinggi antara 0.987 sampai 0.999, dengan kata lain data penentuan nilai viskositas secara berulang memiliki presisi yang cukup baik. Dari analisis statistik diatas dapat disimpulkan bahwa alat ukur waktu yang dibuat memiliki ketelitian yang tinggi.

B. Pembahasan

Merujuk pada hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan baik secara statistik dan grafik diperoleh hasil penelitian sesuai dengan tujuan penulisan. Adapun hasil penelitian yang diperoleh adalah bagaimana karakteristik sensor LDR yang

digambarkan melalui hubungan tahanan LDR dengan intensitas cahaya. Kemudian bagaimana pengaruh tegangan keluaran komparator terhadap perubahan intensitas cahaya yang mengenai sensor, serta bagaimana ketepatan dan ketelitian timer yang dibuat dan kemampuannya sistem dalam menentukan nilai viskositas.

Pertama, berdasarkan pengolahan data diperoleh tahanan sensor LDR berbanding terbalik dengan intensitas cahaya pangkat 0,56 ($I^{0,56}$). Semakin kuat intensitas cahaya yang mengenai sensor LDR maka tahanan LDR akan berkurang, namun jika intensitas cahaya terus diperbesar nilai tahanan LDR hampir tidak berubah. Dengan kata lain LDR mempunyai nilai tahanan maksimum dan minimum. Melalui diferensiasi persamaan 10 diperoleh sensitivitas sensor LDR sebesar $-11,55.(I)^{-1,56}$. Berdasarkan pendekatan garis pangkat (*power*) diperoleh koefisien determinasi data sebesar 0.993, yang berarti 99.3% perubahan tahanan LDR dipengaruhi oleh perubahan intensitas cahaya.

Kedua, tegangan keluaran rangkaian komparator berada pada dua kondisi yaitu keadaan tinggi (*high*) dan rendah (*low*). Keadaan tinggi terjadi bila LDR diberi intensitas cahaya atau disinari dan sebaliknya keadaan rendah terjadi bila LDR digelapkan atau intensitas cahaya yang mengenainya berkurang. Untuk kondisi tinggi rata-rata nilai tegangan keluaran komparator adalah 4,54 volt sementara untuk kondisi rendah rata-rata nilai tegangan komparator adalah 0,59 Volt. Transisi atau peralihan kondisi tinggi ke rendah terjadi pada nilai intensitas cahaya 400 lux, namun nilai ini dapat berubah sesuai dengan desain rangkaian yang dikembangkan.

Ketiga, pada penentuan kemampuan sistem timer untuk menentukan viskositas cairan, dilakukan dengan membandingkan nilai pengukuran alat standar dengan pengukuran waktu alat yang dibuat. Berdasarkan hasil analisis data terlihat ketepatan timer yang dibuat cukup tinggi, ini dapat dilihat dari koefisien determinasi 1,007 yang berarti hasil pengukuran waktu alat yang dibuat hampir sebanding dengan pengukuran

waktu alat ukur standar. Secara umum data hasil pengukuran mempunyai selisih 0,077 detik, dimana pengukuran waktu alat ukur lebih besar 0,077 detik dibandingkan pengukuran waktu alat ukur standar. Hal ini juga diperkuat dengan koefisien determinasi yang mencapai 99.9%. Sementara itu, ketelitian timer cukup tinggi antara 0.94 sampai 0.99, dan rata-rata penyimpangan bervariasi antara 0,2 detik sampai 0,7 detik.

Keempat, sistem eksperimen viskositas yang dibuat telah dapat digunakan untuk menentukan nilai viskositas cairan. Berdasarkan grafik terlihat nilai viskositas gliserin paling tinggi diikuti oleh oli SAE 40 dan minyak goreng. Rata-rata nilai viskositas gliserin untuk lima variasi jarak diperoleh 1121,99 mPas. Sementara rata-rata nilai viskositas untuk Oli SAE 40 dan minyak goreng secara berturut-turut adalah 795,08mPas dan 79,78 mPas. Berdasarkan analisis data didapatkan nilai viskositas oli SAE sesuai dengan nilai viskositas oli SAE 40 yang didapat dari referensi yaitu (650-900) mPas. Nilai viskositas gliserin didapatkan 1121,99 mPas, untuk referensi nilai viskositas gliserin pada temperatur 24°C adalah ± 1000 mPas yang berarti terdapat kesalahan sebesar 12,1%. Sementara minyak goreng tidak dapat diperoleh referensi rentang nilai viskositas, namun hasil pengukuran menggunakan komputer ini hampir sama dengan yang diperoleh melalui kegiatan praktikum di laboratorium yaitu sebesar 80,7 mPas. Hasil penyelidikan terhadap ketelitian sistem dalam menentukan nilai viskositas cukup tinggi antara 0.987 sampai 0.999, dengan kata lain data penentuan nilai viskositas secara berulang memiliki presisi yang cukup baik.

Berdasarkan pembahasan, terlihat dalam penelitian ini masih terdapat beberapa kelemahan dari sistem yang dibangun. Diantaranya adalah, sistem penyensoran hanya dapat digunakan untuk cairan yang dapat ditembus cahaya. LDR hanya akan bereaksi apabila ada perubahan cahaya yang mengenainya. Apabila sinar dari sumber cahaya tidak bisa menembus cairan, maka LDR tidak dapat mendeteksi saat bola melewati

sensor. Permasalahan ini perlu dipikirkan cara mengatasinya, baik melalui perubahan sensor atau cara lain yang lebih memungkinkan. Kelemahan lainnya adalah beberapa cairan cukup terpengaruh dengan perubahan temperatur, dengan demikian perlu dipertimbangkan untuk membuat sistem pengukuran parameter temperatur secara langsung dalam sistem yang dibangun.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan terhadap sistem eksperimen viskositas dapat dikemukakan beberapa kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Tahanan sensor LDR berbanding terbalik dengan intensitas cahaya pangkat 0,56 ($I^{0,56}$). Sementara sensitivitas sensor LDR terhadap perubahan intensitas cahaya diperoleh sebesar $-11,55.(I)^{-1,56}$. Disamping itu koefisien determinasi data menunjukkan 99,3% perubahan tahanan LDR dipengaruhi oleh intensitas cahaya.
2. Tegangan keluaran rangkaian komparator saat intensitas cahaya berada dibawah 400 lux berada dalam kondisi tinggi dengan rata-rata 4,54 Volt. Sementara itu, saat intensitas cahaya telah melebihi 400 lux tegangan keluaran akan rendah 0,59V.
3. Ketepatan dari timer pada sistem ini cukup tinggi dengan rata-rata persentase kesalahan 0.1% dan rata-rata ketepatan 99.9%. Ketelitian dari sistem pengukur waktu pada sistem ini tinggi dengan rata-rata simpangan adalah 0.52 detik dan rata-rata ketelitian 97,6 %.
4. Waktu tempuh objek dalam cairan cukup linier dengan perubahan jarak, hal ini mengindikasikan kecepatan terminal telah tercapai. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh rata-rata nilai viskositas glaserin, Oli SAE40 dan minyak goreng secara berturut-turut untuk lima variasi jarak adalah 1121,99 mPas, 795,08mPas dan 79,78 mPas. Ketelitian sistem penentuan viskositas cukup tinggi dengan rentang ketelitian antara 0.987 sampai 0.999.

B. Saran-Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan dapat dikemukakan beberapa saran pada penelitian ini:

1. Sistem eksperimen viskositas ini dapat digunakan untuk kegiatan praktikum viskositas fluida di laboratorium.
2. Untuk sementara sistem eksperimen viskositas ini masih menggunakan sampel uji fluida dengan kekentalan yang cukup tinggi dan dapat ditembus cahaya. Untuk pengembangan selanjutnya perlu dipikirkan suatu desain dan sensor yang dapat mengukur fluida yang tidak kental bahkan air serta cairan yang tidak tembus cahaya.
3. Sistem ini masih dapat dikembangkan dengan melengkapi sensor temperatur untuk menentukan nilai kompensasi temperatur.
4. Sistem yang dikembangkan ini dapat dijadikan model untuk mengembangkan sistem eksperimen fisika terutama eksperimen yang berbasis waktu.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Pallas, R, (1991). *Sensors and Signal Conditioning*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Ayala, K. J, (1997). *The 8051 Microcontroller : Architecture, Programming, Applications*. West Publishing Company, New York.
- Dally, J.W, (1993). *Instrumentation for Engineering Measurement*. John Wiley Sons, INC, New York.
- Dedy Marsetioadi, (2007), <http://marsetioadi.blogdrive.com>
- Doebelin, E.O, (1990). *Measurement Systems Application and Design*. McGraw-International Edition
- Giancoli, D.C, (1998). *Physics : Principles With Application*. Prentice Hall International Edition
- Henderson, T,(2001). *Describing Motion with Velocity Vs Time Graph*. The Physics Classroom
- Iovine, J, (2000). *PIC Microcontroller Project Book. Program PIC Chips Using Basic*, McGraw-Hill, USA.
- Jones, L.D, (1995). *Electronics Instruments and Measurement*. Prentice-Hall International Inc.
- Leach, D.P, (1986). *Experiments in Digital Principle*. McGraw-Hill International Edition
- Mackenzie, I.S, (1995). *The 8051 Microcontroller*. Prentice-Hall, Englewood cliffs, New Jersey
- Malvino, L,(1995). *Digital : Principles and Application*. Glencoe, McGraw-Hill, New York.
- Mark Alien, 2003, *Electronic Technologies for Art*, Markallen.Com
- Marmi Zetri, 2009, *Desain Sistem Penentuan Nilai Viskositas Menggunakan Metoda Bola Jatuh Berbasis Mikrokontroler Dengan Display LCD*. TA S1. UNP.
- Massey Bernard, (2006). *Mechanics of Fluids Eighth Edition*, Taylor& Francis, London
- Miller, F, (1987). *College Physics*, Horcourt Brace Jovanovich, Publisher. San Diego
- Plant, M, J. Stuart , (1985). *Pengantar Ilmu Teknik Instrumentasi* PT Gramedia Jakarta
- Ryan, V .,2004, *Light Dependent esistors* (<http://vw.v.technologystudent.com/elec/>)
- Spasov, P, (1996). *Microcontroller Technology*. Prentice Hall International, INC, Simon & Schuster Company Englewood Cliffs, NJ
- Tocci, R. J, (1995). *Digital Systems : Principles and Applications*. Prentice International Editions, United States of America.
- Anonim, (.....). *Modul Percobaan Stokes Viskositas*. FT-Universitas Surabaya
www.Wikipedia.com/eksperiment/ Diakses tanggal 20 Januari 2009
- Graco. http://www.graco.com/Internet/T_PDB.nsf/SearchView/Viscosity
- Dow, <http://www.dow.com/glycerine/resources/table18.htm>

Lampiran 1 : Data Hasil Pengukuran

Tabel 3. Data pengaruh intensitas cahaya terhadap tahanan sensor LDR

No	I (Lux)	R (Ohm)
1	70	1840
2	120	1550
3	200	990
4	300	810
5	500	600
6	700	520
7	1000	410
8	1400	320
9	2000	290
10	2800	260
11	3250	210

Tabel 4. Data pengaruh intensitas cahaya terhadap tegangan keluaran LDR dan tegangan keluaran rangkaian komparator

No	I (Lux)	R (Ohm)	V _{LDR}	V _{oc}
1	70	1840	3.65	4.50
2	120	1550	3.48	4.60
3	200	990	2.96	4.50
4	300	810	2.72	4.55
5	500	600	2.34	0.50
6	700	520	2.17	0.65
7	1000	410	1.88	0.55
8	1400	320	1.60	0.65

Tabel 5. Data pengukuran waktu alat ukur dengan alat ukur waktu standar

No	Tas	Tau
1	6	5.38
2	10	10.10
3	12	12.09
4	15	15.18
5	24	24.19
6	30	30.66
7	36	36.16
8	42	42.37
9	48	48.08
10	54	54.09

Tabel 6. Data pengukuran ketelitian alat ukur waktu

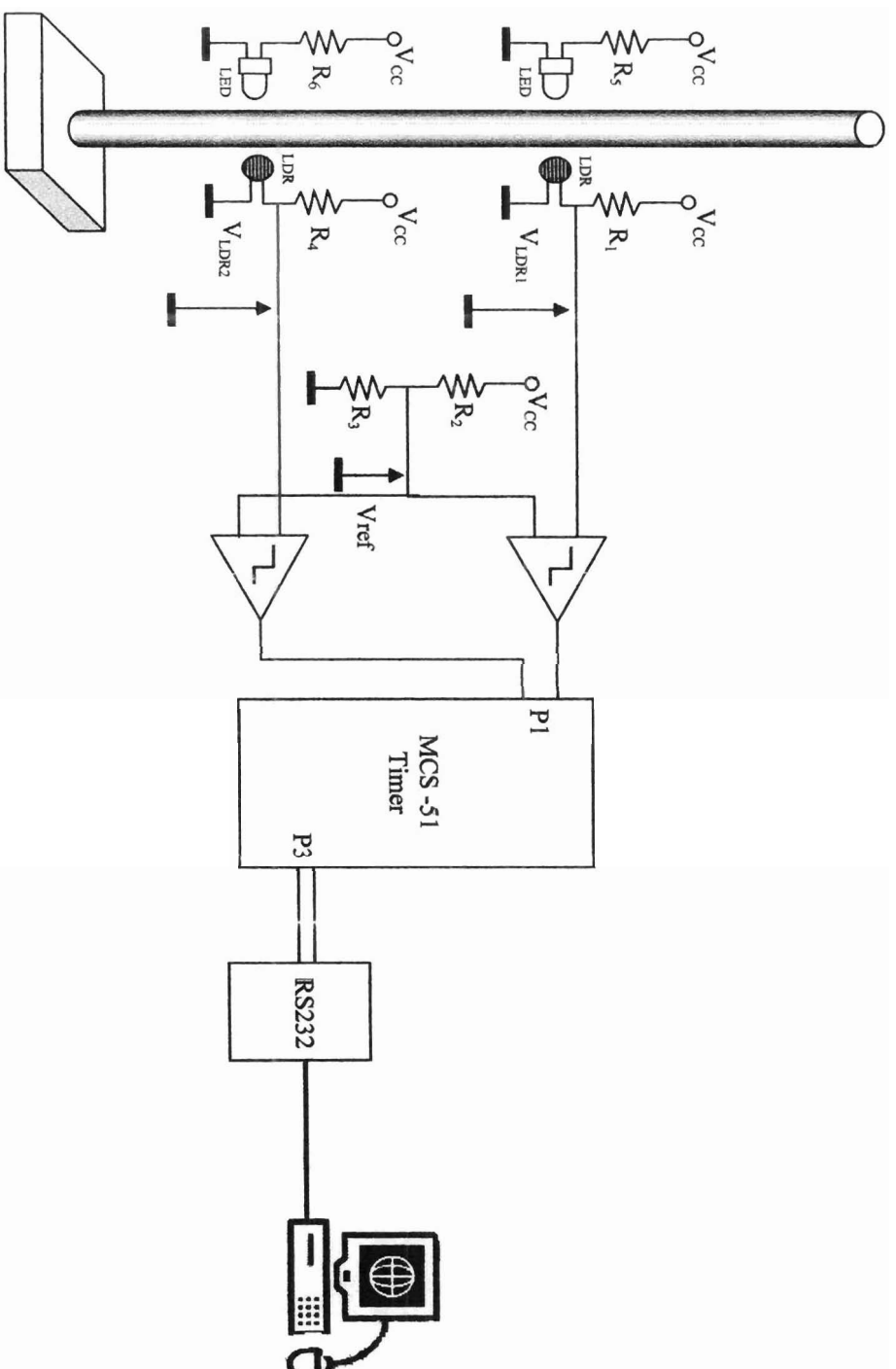
No	t (det)	t _u (det)										tu rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	10	9	9	9	10	10	10	10	9	11	10	9.7
2	20	20	19	20	19	20	21	21	20	21	21	20.2
3	30	31	31	31	31	31	30	31	30	30	31	30.7
4	40	40	41	41	41	41	41	40	41	41	41	40.8
5	50	51	50	51	51	50	50	51	51	51	50	50.6

No	t (det)	Ketelitian										Ketelitian rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	10	0.928	0.928	0.928	0.969	0.969	0.969	0.969	0.928	0.866	0.969	0.942
2	20	0.990	0.941	0.990	0.941	0.990	0.960	0.960	0.990	0.960	0.960	0.968
3	30	0.990	0.990	0.990	0.990	0.990	0.977	0.990	0.977	0.977	0.990	0.986
4	40	0.980	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.980	0.995	0.995	0.995	0.992
5	50	0.992	0.988	0.992	0.992	0.988	0.988	0.992	0.992	0.992	0.988	0.991
Rata-rata Ketelitian untuk 5 desain waktu												0.976

Tabel 7. Data pengukuran waktu dan penentuan viskositas

No	Jarak sensor (cm)	Waktu (S)			Viskositas		
		Oli SAE 40	Minyak goreng	Gliserin	Oli SAE 40	Minyak goreng	Gliserin
1	20	0.9	0.15	1.34	802.92	81.50	1121.80
2	25	1.11	0.18	1.68	792.21	78.24	1125.15
3	30	1.33	0.22	2.01	791.02	79.69	1121.80
4	35	1.56	0.26	2.34	795.27	80.72	1119.41
5	40	1.78	0.29	2.68	794.00	78.78	1121.80

Lampiran 2. Rangkaian Sistem Eksperimen Viskositas



;-----
HITUNG: NOP

START: JB P2.1,LSNG
CLR P2.1
MOV P2,#00
CLR P1.1
NOP

INC R0
CJNE R0,#0AH,MASUKKAN
INC R1
MOV R0,#00H
CJNE R1,#0AH,MASUKKAN
INC R2
MOV R1,#00H
CJNE R2,#0AH,MASUKKAN
INC R3
MOV R2,#00H
CJNE R2,#0AH,MASUKKAN
MOV R3,#00H

MASUKKAN: NOP

MOV A,R0
MOV 24H,A
MOV A,R1
MOV 25H,A
MOV A,R2
MOV 26H,A
MOV A,R3
MOV 27H,A
JB P1.0,LSNG
SETB P2.1

LSNG: NOP
RET

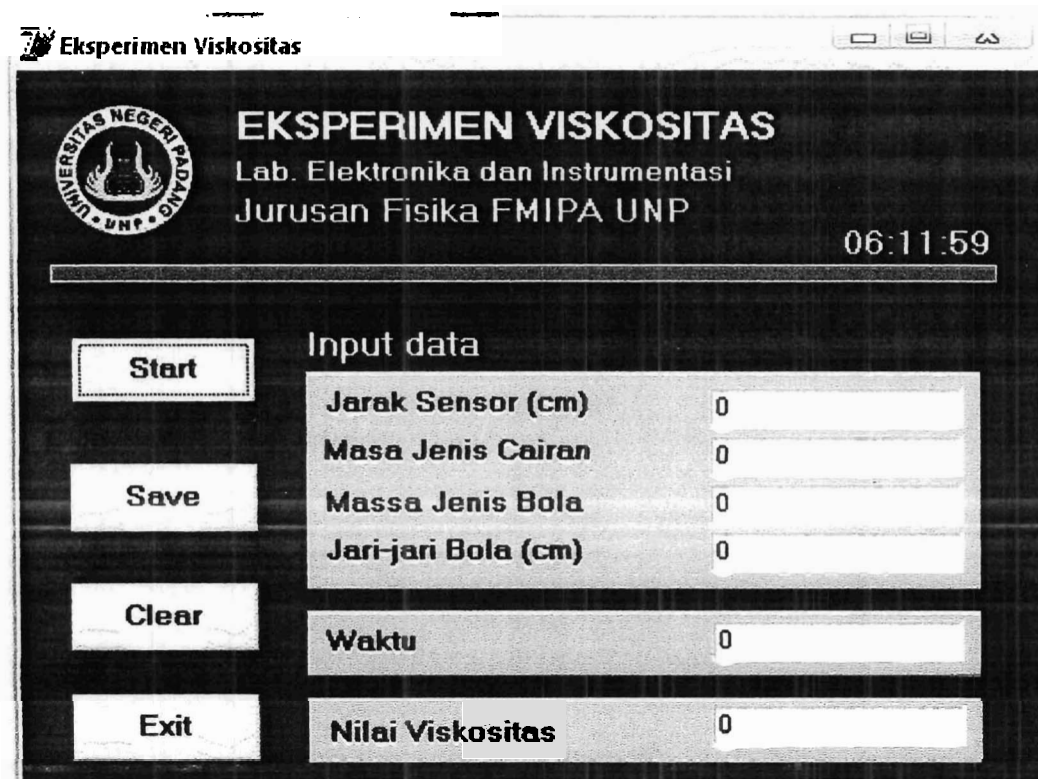
DETEK: JBC CY,NOL
KIRIM : JNB TI,KIRIM
CLR TI
MOV A,R0
MOV SBUF,A
RET

NOL: MOV A,#00H
AJMP KIRIM

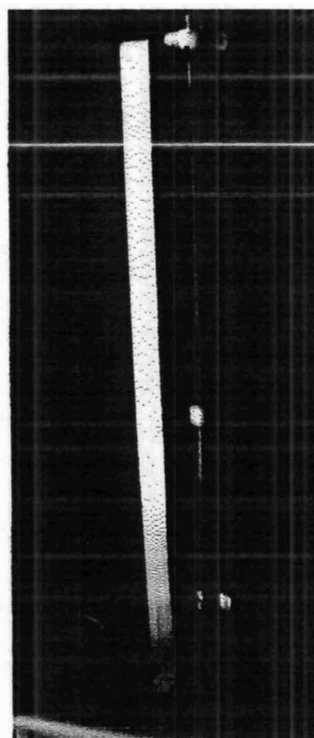
TUNDA: MOV R6,#00H
LOOP1: INC R6
NOP
CJNE R6,#08H,LOOP1
NOP NOP
RET

END

Lampiran 4. Tampilan Jendela Pengukuran Pada PC



Lampiran 5. Gambar aparatus eksperimen viskositas (Marni Zetri : 2009)



Lampiran 6. Program Delphi

```
unit viskositas;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, jpeg;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Button1: TButton;
    Button2: TButton;
    Button3: TButton;
    Button4: TButton;
    Panel1: TPanel;
    Edit1: TEdit;
    Edit2: TEdit;
    Edit4: TEdit;
    Edit5: TEdit;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    Edit6: TEdit;
    Edit3: TEdit;
    Label7: TLabel;
    Label8: TLabel;
    Image1: TImage;
    Label9: TLabel;
    Panel2: TPanel;
    Timer1: TTimer;
    Label10: TLabel;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button4Click(Sender: TObject);
    procedure Button3Click(Sender: TObject);
    procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
    procedure FormDestroy(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;
const
  tx_buffer = $3F8;
  rx_buffer = $3F8;
  int_enb_reg= $3F9;
  mod_cont_reg= $3FC;
  line_stat_reg= $3FD;
  paralel = $378;
```

```

var
  Form1: TForm1;
  jumh,jumm,jums,data,data2,hour2,min2,sec2,msec2 : array [1..300] of byte;
  dat,selang,jum,jumms,visk: array [1..300] of real;
  average : real;
  ii,i,j,k:integer;
  hour,min,sec,msec,hour1,min1,sec1,msec1:word;
  f,g:variant;
  s : string;
implementation

```

```

{$R *.dfm}
uses comobj; {untuk memanggil worksheet excel }

```

```

procedure inisialisasi;
begin
  asm
    mov ah,0 { isi register ah ( inisialisasi aktif )}
    mov dx,0 { isi reg dx ( reg.alamat ) = com1 }
    mov al,$83 { isi reg al ( reg.data )}
    int $14 { alamat interrupt}
    mov dx,int_enb_reg
    mov al,0
    out dx,al
  end;
  asm
    mov dx,mod_cont_reg
    mov al,$0
    out dx,al
  end;
end;

```

```

procedure kirim(data_keluar:byte);

```

```

var
  cek:byte;
begin
  repeat
    asm
      mov dx,line_stat_reg
      in al,dx
      mov cek,al
    end;
    cek :=cek and $20;
  until cek = $20;
  repeat
    asm
      mov dx,line_stat_reg
      in al,dx
      mov cek,al
    end;
    cek := cek and $40;
  until cek = $40;
  asm
    mov dx,tx_buffer
    mov al,data_keluar
    out dx,al
  end;
end;

```

```
end;  
end;
```

```
procedure terima(var data_masuk:byte);  
var cek,d:byte;  
begin  
  repeat  
    asm  
      mov dx,line_stat_reg  
      in al,dx  
      mov cek,al  
    end;  
    cek:=cek and $1;  
  until cek=$1;  
  asm  
    mov dx,rx_buffer  
    in al,dx  
    mov d,al  
  end;  
  data_masuk:=d;  
end;
```

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);  
begin  
  decodetime(time,hour,min,sec,msec);  
  if button1.caption='Start' then  
    begin  
      timer1.Enabled:=true;  
      button1.Caption:='Stop';  
      j:=0;ii:=0;  
    end  
  else  
    begin  
      timer1.Enabled:=false;  
      button1.Caption:='Start';  
    end;  
end;
```

```
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);  
begin  
  edit1.Clear;  
  edit2.Clear;  
  edit3.Clear;  
  edit4.Clear;  
  edit5.Clear;  
  edit6.Clear;  
end;
```

```
procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);  
begin  
  form1.Close;  
end;
```

```
procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
```

```

var kode:integer; r:single;
begin
f:=createoleobject('Excel.application');
f.visible:=true;
f.workbooks.add;
val(edit5.text,R,kode);
f.workbooks[1].worksheets[1].name:='Viskositas';
g:=f.workbooks[1].worksheets['Viskositas'];
g.cells[1,1]:='No';
g.column[1].width:=4;
g.cells[1,2]:='Jarak(h)';
g.cells[1,3]:='Waktu(t)';
g.cells[1,4]:='Jari2(r)';
g.cells[1,5]:='Viskositas';
for i:=1 to ii do
begin
g.cells[i+1,1]:= formatfloat(",i);
g.cells[i+1,2]:= formatfloat(",jum[ii]-jum[i]);
g.cells[i+1,3]:= formatfloat(",data2[i]*0.1);
end;
g.cells[2,2]:= formatfloat(",selang[ii]);
g.cells[2,5]:= formatfloat(",r);
g.cells[2,4]:= formatfloat(",visk[ii]);
end;

procedure TForm1.FormDestroy(Sender: TObject);
begin
if not varisempty(f) then
begin
f.displayalerts:=true;
f.quit;
end;
end;

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
Var kode:integer; h,rhob,rhoc,r:single;
begin
j:=j+1;
decodetime(time,hour1,min1,sec1,msec1);
Label10.Caption:=formatfloat('00',hour1)+':'+'formatfloat('00',min1)+':'+'formatfloat('00',sec1);
if j=1 then inialisasi;
terima(data[j]);
dat[j]:=2//data[j]/10;
if data[j]>data[j-1] then
begin
ii:=ii+1;
data2[ii]:=data[j];
hour2[ii]:=hour1;
min2[ii]:=min1;
sec2[ii]:=sec1;
msec2[ii]:=msec1;
Jumh[1]:=3600*hour2[1];
Jumm[1]:=60*min2[1];
Jums[1]:=sec2[1];
Jumms[1]:=sec2[1]*0.001;
Jum[1]:=jumh[1]+jumm[1]+jums[1];

```

```

Jumh[ii]:=3600*hour2[ii];
Jumm[ii]:=60*min2[ii];
Jums[ii]:=sec2[ii];
Jumms[ii]:=sec2[ii]*0.001;
Jum[ii]:=jumh[ii]+jumm[ii]+jums[ii]+Jumms[ii];
selang[ii]:=jum[ii]-jum[1];
val(edit2.text,h,kode);
val(edit3.text,rhoc,kode);
val(edit4.text,rhob,kode);
val(edit5.text,r,kode);
edit1.text:=floattostr(selang[ii]);
if selang[ii]=0 then visk[ii]:=0 else
visk[ii]:=2*r*r*9.8*selang[ii]*(rhob-rhoc)/9*h;
edit6.text:=floattostr(visk[ii]);
end
end;

end.

```

Lampiran 7: Data Nilai Viskositas

100 Centipoise = 1 Poise

1 Centipoise = 1 mPa s (Millipascal Second)

1 Poise = 0.1 Pa s (Pascal Second)

Centipoise = Centistoke x Density

Approximate Viscosities of Common Materials (At Room Temperature-70°F)

Material	Viscosity in Centipoise
Water	1 cps
Milk	3 cps
SAE 10 Motor Oil	85-140 cps
SAE 20 Motor Oil	140-420 cps
SAE 30 Motor Oil	420-650 cps
SAE 40 Motor Oil	650-900 cps
Castrol Oil	1,000 cps
Karo Syrup	5,000 cps
Honey	10,000 cps
Chocolate	25,000 cps
Ketchup	50,000 cps
Mustard	70,000 cps
Sour Cream	100,000 cps
Peanut Butter	250,000 cps

Viscosity Conversion Chart

The following viscosities are based on materials with a specific gravity of one.

Centipoise (CPS) or Millipascal (mPas)	Poise (P)	Centistokes (CKS)	Stokes (S)	Saybolt Universal (SSU)
1	0.01	1	0.01	31
2	0.02	2	0.02	34
4	0.04	4	0.04	38
7	0.07	7	0.07	47
10	0.1	10	0.1	60
15	0.15	15	0.15	80

20	0.2	20	0.2	100
25	0.24	25	0.24	130
30	0.3	30	0.3	160
40	0.4	40	0.4	210
50	0.5	50	0.5	260
60	0.6	60	0.6	320
70	0.7	70	0.7	370
80	0.8	80	0.8	430
90	0.9	90	0.9	480
100	1	100	1	530
120	1.2	120	1.2	580
140	1.4	140	1.4	690
160	1.6	160	1.6	790
180	1.8	180	1.8	900
200	2	200	2	1000
220	2.2	220	2.2	1100
240	2.4	240	2.4	1200
260	2.6	260	2.6	1280
280	2.8	280	2.8	1380
300	3	300	3	1475
320	3.2	320	3.2	1530
340	3.4	340	3.4	1630
360	3.6	360	3.6	1730
380	3.8	380	3.8	1850
400	4	400	4	1950
420	4.2	420	4.2	2050
440	4.4	440	4.4	2160
460	4.6	460	4.6	2270
480	4.8	480	4.8	2380
500	5	500	5	2480
550	5.5	550	5.5	2660
600	6	600	6	2900
700	7	700	7	3380
800	8	800	8	3880

900	9	900	9	4300
1000	10	1000	10	4600
1100	11	1100	11	5200
1200	12	1200	12	5620
1300	13	1300	13	6100
1400	14	1400	14	6480
1500	15	1500	15	7000
1600	16	1600	16	7500
1700	17	1700	17	8000
1800	18	1800	18	8500
1900	19	1900	19	9000
2000	20	2000	20	9400
2100	21	2100	21	9850
2200	22	2200	22	10300
2300	23	2300	23	10750
2400	24	2400	24	11200
2500	25	2500	25	11600
3000	30	3000	30	14500
3500	35	3500	35	16500
4000	40	4000	40	18500
4500	45	4500	45	21000
5000	50	5000	50	23500
5500	55	5500	55	26000
6000	60	6000	60	28000
6500	65	6500	65	30000
7000	70	7000	70	32500
7500	75	7500	75	35000
8000	80	8000	80	37000
8500	85	8500	85	39500
9000	90	9000	90	41080
9500	95	9500	95	43000
15000	150	15000	150	69400
20000	200	20000	200	92500
30000	300	30000	300	138500

40000	400	40000	400	185000
50000	500	50000	500	231000
60000	600	60000	600	277500
70000	700	70000	700	323500
80000	800	80000	800	370000
90000	900	90000	900	415500
100000	1000	100000	1000	462000
125000	1250	125000	1250	578000
150000	1500	150000	1500	694000
175000	1750	175000	1750	810000
200000	2000	200000	2000	925000

http://www.graco.com/Internet/T_PDB.nsf/SearchView/Viscosity

Viscosity of Aqueous Glycerine Solutions

Viscosity of Aqueous Glycerine Solutions in Centipoises/mPa s

Glycerine percent weight	Temperature (°C)										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0 ⁽¹⁾	1.792	1.308	1.005	0.8007	0.6560	0.5494	0.4688	0.4061	0.3565	0.3165	0.2838
10	2.44	1.74	1.31	1.03	0.826	0.680	0.575	0.500	–	–	–
20	3.44	2.41	1.76	1.35	1.07	0.879	0.731	0.635	–	–	–
30	5.14	3.49	2.50	1.87	1.46	1.16	0.956	0.816	0.690	–	–
40	8.25	5.37	3.72	2.72	2.07	1.62	1.30	1.09	0.918	0.763	0.668
50	14.6	9.01	6.00	4.21	3.10	2.37	1.86	1.53	1.25	1.05	0.910
60	29.9	17.4	10.8	7.19	5.08	3.76	2.85	2.29	1.84	1.52	1.28

65	45.7	25.3	15.2	9.85	6.80	4.89	3.66	2.91	2.28	1.86	1.55
67	55.5	29.9	17.7	11.3	7.73	5.50	4.09	3.23	2.50	2.03	1.68
70	76	38.8	22.5	14.1	9.40	6.61	4.86	3.78	2.90	2.34	1.93
75	132	65.2	35.5	21.2	13.6	9.25	6.61	5.01	3.80	3.00	2.43
80	255	116	60.1	33.9	20.8	13.6	9.42	6.94	5.13	4.03	3.18
85	540	223	109	58	33.5	21.2	14.2	10.0	7.28	5.52	4.24
90	1310	498	219	109	60.0	35.5	22.5	15.5	11.0	7.93	6.00
91	1590	592	259	127	68.1	39.8	25.1	17.1	11.9	8.62	6.40
92	1950	729	310	147	78.3	44.8	28.0	19.0	13.1	9.46	6.82
93	2400	860	367	172	89	51.5	31.6	21.2	14.4	10.3	7.54
94	2930	1040	437	202	105	58.4	35.4	23.6	15.8	11.2	8.19
95	3690	1270	523	237	121	67.0	39.9	26.4	17.5	12.4	9.08
96	4600	1580	624	281	142	77.8	45.4	29.7	19.6	13.6	10.1
97	5770	1950	765	340	166	88.9	51.9	33.6	21.9	15.1	10.9
98	7370	2460	939	409	196	104	59.8	38.5	24.8	17.0	12.2
99	9420	3090	1150	500	235	122	69.1	43.6	27.8	19.0	13.3
100	12070	3900	1410	612	284	142	81.3	50.6	31.9	21.3	14.8

<http://www.dow.com/glycerine/resources/table18.htm>