



TUGAS AKHIR - SF 091321

FABRIKASI DAN KARAKTERISASI SENSOR KAPASITIF UNTUK LEVEL AIR

Eli Zahrotin
NRP 1110 100 024

Dosen Pembimbing
Endarko, M.Si, Ph.D

Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



TUGAS AKHIR - SF 091321

FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF CAPACITIVE WATER LEVEL SENSOR

Eli Zahrotin
NRP 1110 100 024

Supervisor
Endarko, M.Si, Ph.D

Department of Physics
Faculty of Mathematics and Natural Science
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014

FABRIKASI DAN KARAKTERISASI SENSOR KAPASITIF UNTUK LEVEL AIR

Nama : Eli Zahrotin
NRP : 1110100024
Jurusan : Fisika, FMIPA-ITS
Pembimbing : Endarko, M.Si, Ph.D

Abstrak

Sensor kapasitif untuk mengukur ketinggian air telah berhasil difabrikasi. Sensor level air berbasis prinsip kapasitif dengan menggunakan silinder koaksial yang terdiri atas dua buah silinder dengan jari-jari dalam dan luar berturut-turut sebesar 0,995 dan 1,435 cm, serta mempunyai tinggi 82 cm. Penelitian dilakukan dengan menggunakan air dan udara sebagai pengisi ruang diantara kedua silinder, dimana sistem ini akan mempunyai sifat yang sama dengan kapasitor. Sehingga akan mempunyai nilai kapasitif tertentu tergantung dari level (ketinggian) air. Penelitian ini dilakukan dengan tiga kali pengulangan pengambilan data. Dalam tugas akhir ini, penggaris merupakan kalibrator dari sensor yang telah dirancang. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, alat yang dirancang mampu mengukur level air dengan baik, dengan standar deviasi maksimum adalah 1,40 pada saat pengukuran kenaikan 50 cm dan standar deviasi minimum 0,01 saat penurunan 0 cm. Daerah pengukuran yang dihasilkan 0,16 – 79,88 cm, serta mempunyai keseksamaan rata-rata sebesar 98,50% saat kenaikan level dan 98,81% saat penurunan level dengan nilai error rata-rata sebesar 2,30% saat kenaikan level dan 1,75% saat penurunan level.

Kata kunci : *Level Air, Kapasitif, Silinder koaksial*

FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF CAPACITIVE WATER LEVEL SENSOR

Name : Eli Zahrotin
NRP : 1110100024
Major : Physics, FMIPA-ITS
Supervisor : Endarko, M.Si, Ph.D

Abstract

Capacitive sensor for measuring water level has successfully been fabricated and characterized. Capacitive water level sensor has been fabricated using coaxial cylinder with an inner and outer radius were at 0,955 and 1,435 cm respectively, and the cylinders have a length 82 cm. The study was used water and air as dielectrics for filling in the space of two cylinders. The design of sensor based on the principle of cylindrical capacitor with two dielectrics. Measurements of water level were repeated three times to ensure accuracy of data. The ruler was used as calibrator for measurement of water level, the result showed that the capacitive water level sensor can be used to measure water level with the maximum of standar deviation at 1,40 when increment measurement 50 cm and minimum of standar deviation at 0,01 when decrement 0 cm. Range of measurement region is 0,16-78,99 cm, accuracy was 98,50 % when level decrement and 98,81% when increment level with the error sum velue 2,30% and decrement level at 1,75%.

Key word : Water Level, Capacitive, Coaxial cylinder

LEMBAR PENGESAHAN
FABRIKASI DAN KARAKTERISASI SENSOR
KAPASITIF UNTUK LEVEL AIR

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Fisika Instrumentasi
Program Studi S-1 Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:
ELI ZAHROTIN
NRP 1110 100 024

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Endarko, M.Si, Ph.D
NIP. 19741117 199903.1.001



(.....)



KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada ALLAH SWT karena atas berkah, rahmat, dan petunjukNya atas iman, islam, dan ikhsan yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir (TA) ini dengan optimal dan tanpa suatu kendala apapun. Sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun kami dari kebodohan menuju cahaya kebenaran.

Tugas Akhir (TA) ini penulis susun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan strata satu jurusan Fisika FMIPA ITS. Tugas Akhir dengan judul :

“Fabrikasi dan Karakterisasi Sensor Kapasitif Untuk Level Air”

Penulis persembahkan kepada masyarakat Indonesia guna berpartisipasi untuk mengembangkan ilmu pegetahuan dalam bidang sains dan teknologi.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang membantu penyusunan laporan Tugas Akhir (TA) dan proses penelitiannya.

1. Kedua orang tua tercinta. Ibu Sunarti dan Bapak Ashari yang telah memberikan semua hal terbaik bagi penulis sejak kecil sampai dewasa.
2. Kakak-kakakku tercinta Siti Farida, Farianto, Ainur Rofiq, dan Umu Zumroh yang telah memberikan support kepada penulis disaat penulis hampir putus asa dengan trial penelitian yang cukup lama, dan juga keponakanku Vevi Eka Avrilia, Rafika Nur Ramadhani Kayyisah dan Shakila Ammara Seftiana yang selalu membuat penulis semangat ketika melihat senyum kalian.

3. Bapak Endarko, M.Si, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberi pengarahan selama proses penelitian dan penyusunan laporan.
4. Bapak Drs. Bachtera Indarto dan Bapak Lila Yuwana M.Si selaku dosen penguji.
5. Bapak Prof. Dr. Suasmoro selaku dosen wali yang senantiasa membimbing penulis saat perwalian dan selalu memberi nasehat-nasehat agar penulis tidak salah dalam pengambilan mata kuliah.
6. Bapak Dr. Yono Hadi Pramono, M. Eng. dan Ibu Dr. Melania Suweni Muntini, M.T., selaku ketua dan sekretariat Jurusan Fisika ITS.
7. Mbak Devi dan Pak Eko selaku laboran Laboratorium Instrumentasi dan Elektronika ITS yang telah membantu penulis selama proses percobaan.
8. Maylita Martani selaku teman seperjuangan di Laboratorium Instrumentasi dan Elektronika
9. Mas Ainun Fithro, Mbak Nuning, Mas Isa, Mas Adi dan Mbak Nike yang selalu meluangkan waktunya untuk memberi masukan dan tempat berdiskusi bagi penulis.
10. Mas Aji, Mas Rama, Mas Fianto, komtingku, alfian, Mas Mustangin yang selalu menemani dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Aniyatul Mufidah, Tutut Ummul Habibah dan Firda selaku teman kos yang selalu menemani penulis dan senantiasa direpotkan selama 4 tahun ini.
12. Kakak angkatku M. Yusuf dan sahabatku Naeli, Hanum, Lia, Zaitun, Adib yang selalu memberi motivasi dan masukan saat penulis sedang low motivation.
13. Adis yang sudah meminjamkan laptopnya dan ulfa yang sudah berbagi snack saat penulis mengambil data di Laboratorium.
14. Mas Ahmadi dan Mas Roni yang sudah berkenan menghadiri simulasi dan memberikan masukan sebelum sidang sesungguhnya.

15. Segenap pengurus dan petugas Asrama ITS sebagai rumah tinggal penulis selama 4 tahun kuliah di ITS Surabaya.
16. Segenap teman-teman Fisika Cosmic 2010 yang telah memberikan support terbaik bagi penulis. Terima kasih Cosmic atas pelajaran berharga yang membuat kami menjadi sebuah keluarga.
17. Wisma Dr. Wahidin Gg. Garuda II/20 Kenduruan Lamongan yang merupakan tempat tinggal penulis sejak kecil.
18. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan ini masih terdapat kesalahan. Mohon kritik dan saran pembaca guna menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak. Amiin Ya Rabbal Alamiin.

Surabaya, Juni 2014

Penulis
love3ly@gmail.com

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
COVER PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian Pengukuran	5
2.1.1 Karakteristik Alat Ukur.....	6
2.1.2 Alat Ukur Level	7
2.2 Kapasitor.....	8
2.3 Dielektrik.....	9
2.4 Definisi Sensor.....	12
2.3.1 Sensor Kapasitif.....	13
2.5 Osilator RC.....	15
2.6 Mikrokontroler ATmega 8.....	17
2.7 Liquid Crystal Display (LCD)	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23

3.1	Alat dan Bahan	23
3.2	Perancangan <i>Hardware</i>	25
3.2.1	Perancangan Catu Daya	25
3.2.2	Perancangan Sensor Level Air.....	26
3.2.3	Perancangan Pengondisi Sinyal	28
3.2.4	Minimum Sistem Atmega8	30
3.2.5	Rangkaian LCD	31
3.3	Perancangan <i>Software</i>	32
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Pengujian <i>Hardware</i>	37
4.1.1	Pengujian Pengondisi Sinyal	37
4.1.2	Pengujian Sistem Akuisisi Data (Mikrokontroler).....	38
4.2	Karakterisasi Sensor Level	41
4.3	Pengujian <i>Software</i>	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN		53
BIODATA PENULIS		89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Konstanta Dielektrik untuk beberapa Material.....	12
Tabel 4.1	Data hasil pengujian alat yang dibuat terhadap alat acuan (Penggaris).....	42
Tabel 4.2	Data hasil perhitungan kapasitansi terhadap kapasitansi pengukuran.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kapasitor plat sejajar.....	9
Gambar 2.2	Konsep Dielektrik	10
Gambar 2.3	Permukaan muatan induksi	11
Gambar 2.4	Perilaku polar dan non polar molekul suatu dielektrik	11
Gambar 2.5	Peristiwa polarisasi dalam bahan dielektri.....	12
Gambar 2.6	Alat ukur ketinggian kapasitif.....	14
Gambar 2.7	(a)Kapasitor Silinder (b) permukaan dua silinder koaksial.....	15
Gambar 2.8	Rangkaian Astabel Multivibrator.....	16
Gambar 2.9	Konfigurasi Pin Atmega8.....	18
Gambar 2.10	LCD M1632	20
Gambar 3.1	Blok diagram perencanaan pembuatan <i>hardware</i> dan <i>software</i>	24
Gambar 3.2	Blok Diagram Perancangan <i>Hardware</i>	25
Gambar 3.3	Rangkaian Catu daya.....	28
Gambar 3.4	Rancangan sensor level berbentuk silinder koaksial	27
Gambar 3.5	Hasil Rancangan Sensor Level Berbasis Prinsip Kapasitif	28
Gambar 3.6	Hasil output RC osillator.....	29
Gambar 3.7	Rangkaian minimum sistem Atmega8	30
Gambar 3.8	Rangkaian skematik dari LCD ke mikrokontroler ..	31
Gambar 3.9	Skema Rangkaian dari Diagram Blok yang telah dirancang sebelumnya.....	32
Gambar 3.10	Flowchart program mikrokontroller.....	33
Gambar 3.11	Diagram Alir Karakterisasi Sensor Level	35
Gambar 4.1	Grafik hasil pengujian kalibrasi alat ukur <i>capasitive level meter</i> berdasarkan hubungan antara	

	Frekuensi Alat dan Frekuensi Osiloskop.....	38
Gambar 4.2	Grafik hasil pengujian kalibrasi alat ukur <i>capacitive level meter</i> berdasarkan hubungan antara Kapasitansi Alat dan Kapasitansi LCR meter.....	39
Gambar 4.3	Grafik hasil pengujian kalibrasi alat ukur sensor level berdasarkan hubungan antara Level alat (<i>capacitive level meter</i>) dan Level Aktual (Penggaris).....	40
Gambar 4.4	Grafik Pengujian Alat Standar dan Alat yang Dirancang.....	43
Gambar 4.5	Tampilan Software monitoring Level Air	47
Gambar 4.6	Hasil Monitoring yang ditampilkan di excel secara otomatis	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari kita. Pemanfaatan dari air sangat banyak digunakan dalam keseharian kita, seperti untuk mandi, mencuci, minum dan lain sebagainya. Kita bisa memanfaatkan berbagai sumber air yang ada di alam ini untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Sebagian besar (71%) dari permukaan bumi tertutup oleh air. Sekalipun air jumlahnya konstan, tetapi air tidak diam melainkan bersirkulasi akibat pengaruh cuaca, sehingga terjadi suatu siklus yang disebut siklus hidrologis. Dari siklus hidrologis ini dapat dilihat adanya berbagai sumber air tawar yang dapat pula diperkirakan kualitas dan kuantitasnya secara sepintas. Sumber-sumber tersebut dapat berasal dari air permukaan yang merupakan air sungai dan danau, air tanah yang tergantung kedalamnya bisa disebut air tanah dangkal atau air tanah dalam, dan air yang berasal dari atmosfer, seperti hujan dan salju (Situmorang, 2007).

Perkembangan ilmu pengetahuan saat ini telah mengalami kemajuan yang sangat pesat terutama di bidang pengendalian. Salah satunya adalah sistem pengendalian level air yang banyak dibutuhkan dalam dunia industri. Pengendalian ini digunakan untuk kelancaran proses produksi dan untuk mengoptimalkan daya kerja dari sarana dan prasarana yang ada, sehingga sarana dan prasarana ini dapat bekerja lebih baik, efektif, dan efisien. Sistem digital pun sangat memiliki peranan penting dalam hal pengendalian air saat ini. Pada tempat-tempat penampungan air seringkali diperlukan suatu mekanisme untuk mengetahui ketinggian air. Sebagian besar mekanisme pengukuran ketinggian air masih berupa cara-cara manual, misalnya dengan melihat dan melakukan pengukuran secara langsung pada tempat penampungan air. Cara manual ini

merupakan cara yang paling sederhana dan mudah untuk dilakukan, namun akan mengalami kesulitan apabila tempat penampungan air sulit untuk dijangkau. Sehingga diperlukan mekanisme pengukur ketinggian air secara otomatis, salah satunya adalah dengan membuat sensor pengukur ketinggian air. Dengan adanya sensor pengukur ketinggian level ini maka akan memudahkan dalam monitoring level air. Metode ini lebih efisien dibandingkan harus dilakukan dengan cara manual.

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan pengukuran level air dengan menggunakan prinsip kerja kapasitor. Kapasitor adalah salah satu komponen pada rangkaian listrik yang dapat menyimpan dan melepaskan energi listrik dalam bentuk muatan-muatan listrik. Kapasitor umumnya terbuat dari dua buah konduktor yang diantara konduktor tersebut terdapat bahan dielektrik yang mempunyai konstanta dielektrik berbeda-beda tergantung dari bahan yang digunakan. Berbagai bentuk dan model sensor level telah dikembangkan, seperti sensor ultrasonik, RFID, pelampung, dan lain sebagainya. Namun, sensor-sensor level air tersebut membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Oleh karena itu dilakukan perancangan sensor level air dengan sistem yang murah dan sederhana dengan memanfaatkan perubahan kapasitansi pada kapasitor silinder akibat adanya perubahan bahan dielektrik. Berdasarkan penjelasan diatas maka dalam tugas akhir ini dilakukan fabrikasi dan karakterisasi sensor kapasitif untuk level air yang disertai mikrokontroller ATmega 8 yang kemudian hasilnya ditampilkan dalam LCD dan juga dilengkapi software untuk memonitoring level air.

1.2 Rumusan Permasalahan

Perumusan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang alat ukur level untuk mengukur level air?
2. Dapatkah sensor kapasitif dijadikan sensor level air?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini menggunakan pipa PVC yang dilapisi dengan aluminium foil sebagai sensor.
2. Pengukuran level air menggunakan sensor kapasitif.
3. Air yang digunakan adalah air keran PDAM di Jurusan Fisika FMIPA ITS.
4. Alat ini berbasis mikrokontroler Atmega8 dengan keluaran pada LCD

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat alat ukur level untuk mengukur level air
2. Memahami karakteristik sensor level air berbasis sensor kapasitif

1.5 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Perancangan sistem sensor level dalam air ini diharapkan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut agar bisa dimanfaatkan dalam bidang fisika instrumentasi.
2. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai data untuk penelitian berikutnya.
3. Dapat menghasilkan sistem sensor level air berdasarkan prinsip kapasitif.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir (TA) ini terdiri dari abstrak yang berisi gambaran umum dari penelitian ini. Sistematika penulisan ini juga tersusun dalam lima bab yaitu :

Bab I : Pendahuluan

Pada bab I ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Pada bab II berisi tentang dasar-dasar teori yang digunakan sebagai acuan dari penelitian.

Bab III : Metodologi Penelitian

Pada bab III berisi tentang perencanaan pembuatan keseluruhan sistem, berupa hardware dan software yang akan dibuat dalam penelitian Tugas Akhir ini.

Bab IV : Analisa Data dan Pembahasan

Pada bab IV berisi tentang hasil penelitian berupa pengujian terhadap hardware dan software yang telah dibuat serta pembahasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

Bab V : Kesimpulan dan Saran

Pada bab V berisi tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Pengukuran

Pengukuran merupakan suatu prosedur yang sistematis untuk memperoleh informasi data kuantitatif baik data yang dinyatakan dalam bentuk angka maupun uraian yang akurat, relevan, dan dapat dipercaya terhadap atribut yang diukur dengan alat ukur yang baik dan prosedur pengukuran yang jelas dan benar (Umar, 2009). Perlu diperhatikan dalam melakukan pengukuran adalah (Ginting,2009):

1. Standart yang dipakai harus memiliki ketelitian yang sesuai dengan standart yang telah ditentukan,
2. Tata cara pengukuran dan alat yang digunakan harus memenuhi persyaratan.

Pengetahuan yang harus dimiliki adalah bagaimana menentukan besaran yang akan diukur, bagaimana mengukurnya dan mengetahui dengan apa besaran tersebut harus diukur. Ketiga hal tersebut harus mutlak dimiliki oleh orang yang akan melakukan pengukuran (Ginting, 2009). Bergantung dari alat ukurnya, pengukuran dapat dilakukan dengan cara langsung dan tidak langsung. Pengukuran dikatakan langsung bila alat ukurnya atau pembandingnya adalah standar, yaitu suatu pengukuran yang mempunyai nilai standar, misalnya ukuran panjang dan berat. Sedangkan pengukuran dikatakan tidak langsung bila pembandingnya adalah suatu yang telah dikalibrasi terhadap besaran standar, misalnya thermometer elektronik. Karena sulitnya untuk mendapatkan alat ukur standar, sedangkan besaran yang akan diukur banyak sekali jenisnya, maka teknologi telah menghasilkan banyak cara untuk menghasilkan alat ukur tidak langsung (Waluyanti, 2008).

2.1.1 Karakteristik Alat Ukur

Mengetahui karakteristik alat ukur adalah penting agar pekerjaan pengukuran secara menyeluruh (persiapan, pelaksanaan dan analisis) dapat diandalkan keberhasilannya. Seseorang tidak akan dapat merancang pengukuran dengan benar tanpa mengetahui arti karakteristik dari alat ukur. Beberapa karakteristik penting dari alat ukur adalah (Ginting,2009):

- a. Ketelitian atau Keseksamaan (*Accuracy*)
Ketelitian didefinisikan sebagai ukuran seberapa jauh hasil pengukuran mendekati harga sebenarnya.
- b. Kecermatan atau Keterulangan (*Precision/Repeatability*)
Adalah yang menyatakan seberapa jauh alat ukur dapat mengulangi hasilnya untuk harga yang sama. Dengan kata lain, alat ukur belum tentu akan dapat memberikan hasil yang sama jika diulang, meskipun harga besaran yang diukur tidak berubah. Hal tersebut berarti bahwa jika suatu mikrometer menghasilkan angka 0,0002 mm, dan hasil yang sama akan diperoleh kembali meskipun pengukuran diulang-ulang, dikatakan bahwa mikrometer tersebut sangat cermat.
- c. Resolusi
Resolusi adalah nilai perubahan terkecil yang dapat dirasakan oleh alat ukur. Sebagai contoh : suatu timbangan pada jarum penunjuk yang menunjukkan perubahan 0,1 gram (terkecil yang dapat dilihat) maka dikatakan bahwa resolusi dari timbangan tersebut adalah 0,1 gram. Harga resolusi sering dinyatakan pula dalam persen skala penuh.
- d. Sensitivitas (*Sensitivity*)
Sensitivitas adalah ratio antara perubahan pada keluaran terhadap perubahan pada masukan. Pada alat ukur yang linier, sensitivitas adalah tetap. Dalam beberapa hal harga sensitivitas yang besar menyatakan pula keunggulan dari alat ukur yang bersangkutan. Alat ukur yang terlalu sensitif adalah sangat mahal, sementara belum tentu

bermanfaat untuk maksud yang kita inginkan (Ginting, 2009).

2.1.2 Alat Ukur Level

Pengetahuan akan alat ukur level dan objek yang dihadapi adalah suatu syarat agar pengukuran yang benar dapat dilakukan. Ini juga berarti bahwa cara melakukan pengukuran yang benar akan diperoleh, jika objek yang dihadapi dapat diketahui disamping pengetahuan tentang cara kerja alat ukur level juga harus dikuasai. Bergantung dari alat ukurnya, pengukuran dapat dilakukan dengan cara langsung dan tidak langsung. Pengukuran langsung adalah pengukuran yang memiliki pembanding standar, yaitu suatu pengukuran yang mempunyai nilai standar, misalnya ukuran panjang dan berat. Sedangkan pengukuran dikatakan tidak langsung bila pembandingnya adalah suatu yang telah dikalibrasikan terhadap besaran standar, misalnya thermometer elektronik. Karena sulitnya untuk mendapatkan alat ukur standar, sedangkan besaran yang akan di ukur banyak sekali jenisnya. Maka teknologi telah menghasilkan banyak cara untuk menghasilkan alat ukur tidak langsung. Dalam pengukuran digunakan sejumlah istilah sebagai berikut (Sri Waluyanti, 2008) :

- a. Ketelitian : harga suatu pembacaan instrument yang mendekati harga sebenarnya dari variable yang di ukur.
- b. Ketepatan : kemampuan untuk mendapatkan hasil pengukuran yang sama dengan memberikan harga tertentu bagi sebuah variable.
- c. Kesalahan : penyimpangan variable yang diukur dari harga yang sebenarnya.
- d. Sensitivitas : perbandingan antara sinyal keluaran terhadap perubahan masukan atau variable yang di ukur.
- e. Resolusi : perubahan nilai terkecil dalam nilai yang di ukur, dimana instrumen akan memberi respon.

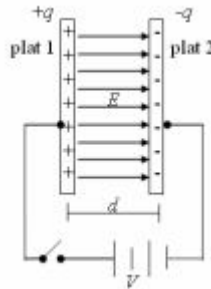
- f. Error : selisih antara hasil pengukuran dan nilai sebenarnya dari kuantitas yang diukur (Bolton,2002).
- g. Jangkauan variabel dari sebuah sistem adalah batas-batas dimana nilai masukan dapat berubah-ubah (Bolton, 2002).
- h. Linieritas didefinisikan sebagai simpangan maksimum kurva kalibrasi terhadap suatu garis lurus (Siwindarto, 2000).

2.2 Kapasitor

Kapasitor (pada awalnya disebut kondensator) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf "C" adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik. Umumnya, nilai kapasitansi sebuah kapasitor ditentukan oleh bahan dielektrik yang digunakan (Suciati, 2009).

Dalam rangkaian listrik AC dan DC kapasitor mempunyai fungsi yang berbeda. Pada rangkaian AC kapasitor berfungsi sebagai konduktor/melewatkan arus listrik, sedangkan pada arus DC kapasitor berfungsi isolator/penahan arus listrik. Namun secara umum kapasitor berfungsi untuk menyimpan muatan listrik, selain itu kapasitor juga digunakan sebagai penyaring frekuensi. Kemampuan kapasitor untuk menyimpan muatan listrik disebut dengan kapasitansi (Mujib, 2013).

Secara struktur prinsip kapasitor terdiri dari dua buah plat konduktor yang berlawanan muatan, masing-masing mempunyai luas permukaan A , dan mempunyai muatan persatuan luas σ . Konduktor yang dipisahkan oleh sebuah zat dielektrik yang bersifat isolator sejauh d . Zat inilah yang nantinya akan merangkap elektron bebas. Muatan berada pada permukaan konduktor yang jumlah totalnya adalah nol. Hal ini disebabkan jumlah muatan negatif dan positif sama besar. Bahan dielektrik adalah bahan yang jika tidak terdapat medan listrik bersifat isolator, namun jika ada medan listrik yang melewatinya, maka akan terbentuk dipol-dipol listrik, yang arah medan magnetnya melawan listrik semula.



Gambar 2.1 Kapasitor plat sejajar (Zemansky, 1962).

Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. Coulombs pada abad 18 menghitung bahwa 1 coulomb = 6.25×10^{18} elektron. Kemudian Michael Faraday membuat postulat bahwa sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 coulombs. Dengan rumus dapat ditulis (Mujib, 2013):

$$Q = C * V \quad (2.1)$$

Dalam praktek pembuatan kapasitor, kapasitansi dihitung dengan mengetahui luas area plat metal (A), jarak (d) antara kedua plat metal (tebal dielektrik) dan konstanta (k) bahan dielektrik. Dengan rumus dapat di tulis sebagai berikut Mujib, (2013):

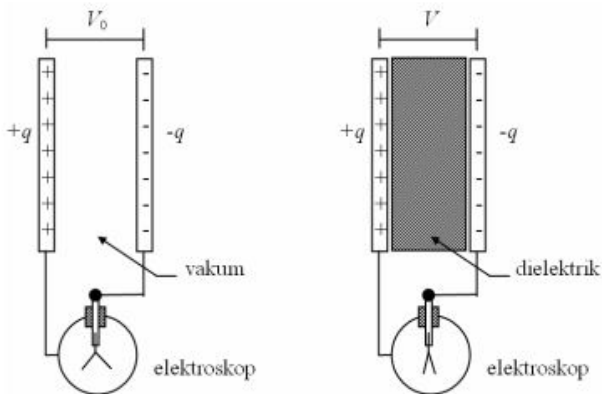
$$C = (8.85 \times 10^{-12}) \left(k \frac{A}{d} \right) \quad (2.2)$$

2.3 Dielektrik

Dielektrik adalah suatu bahan yang memiliki daya hantar arus yang sangat kecil atau bahkan hampir tidak ada. Bahan dielektrik dapat berwujud padat, cair dan gas. Tidak seperti konduktor, pada bahan dielektrik tidak terdapat elektron-elektron konduksi yang bebas bergerak di seluruh bahan oleh pengaruh medan listrik. Medan listrik tidak akan menghasilkan pergerakan

muatan dalam bahan dielektrik. Sifat inilah yang menyebabkan bahan dielektrik itu merupakan isolator yang baik. Dalam bahan dielektrik, semua elektron-elektron terikat dengan kuat pada intinya sehingga terbentuk suatu struktur regangan (lattices) benda padat, atau dalam hal cairan atau gas, bagian-bagian positif dan negatifnya terikat bersama-sama sehingga tiap aliran massa tidak merupakan perpindahan dari muatan. Karena itu, jika suatu dielektrik diberi muatan listrik, muatan ini akan tinggal terlokalisir di daerah di mana muatan tadi ditempatkan (Mujib, 2013).

Untuk menjelaskan efek dielektrik, diperlihatkan pada Gambar 2.2 berikut ini :

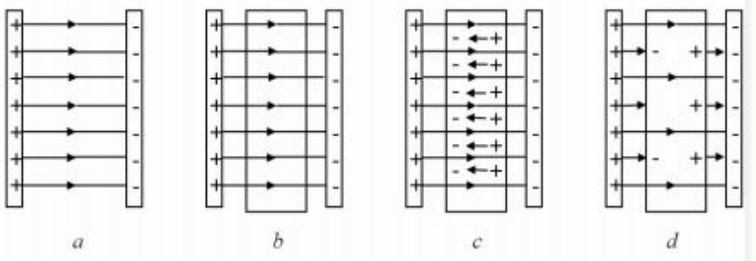


Gambar 2.2 Konsep Dielektrik (Zemansky, 1962)

Beda potensial sebelum ada dielektrik adalah V_0 , setelah diberi dielektrik beda potensial turun sampai suatu harga V yang lebih rendah dari V_0 . Jika dielektrik diambil, beda potensial kembali ke harga semula, yaitu V_0 . Penyisipan dielektrik tidak berpengaruh terhadap muatan awal kedua plat tersebut (Zemansky, 1962).

Penyebab turunnya beda potensial adalah timbulnya muatan induksi pada kedua permukaan dielektrik yang tak

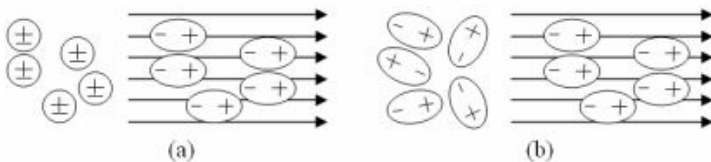
seberapa banyak sehingga medan listrik induksi yang timbul tidak terlalu besar (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Permukaan muatan induksi (Zemansky, 1962)

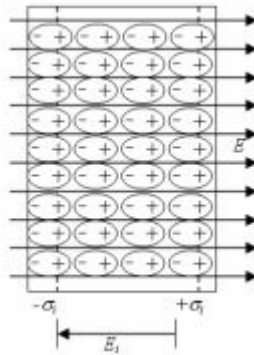
Medan resultan akhir bila ada dielektrik ditunjukkan pada Gambar 2.3(d), di mana beberapa garis gaya menembus dielektrik dan yang lain berakhir pada muatan induksi di permukaan dielektrik. Pada kasus ini, lembaran dielektrik diandaikan menempati seluruh daerah antara plat.

Selanjutnya ditinjau muatan induksi pada dielektrik secara molekuler. Molekul suatu dielektrik bisa bersifat polar atau non polar. Gambar 2.4 memperlihatkan perilaku molekul polar (a) dan non polar (b) dalam medan listrik. Efek netto dari proses penjajaran untuk memisahkan muatan positif dan negatif disebut polarisasi (Zemansky, 1962).



Gambar 2.4 Perilaku polar dan non polar molekul suatu dielektrik (Zemansky, 1962)

Peristiwa polarisasi dalam bahan dielektrik yang menyebabkan muatan induksi pada permukaan dielektrik diperlihatkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Peristiwa polarisasi dalam bahan dielektrik (Zemansky, 1962)

Konstanta dielektrik untuk beberapa material ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Konstanta Dielektrik untuk beberapa Material (beur and westfall, 2013)

Material	Konstanta Dielektrik
Vakum	1
Udara	1,00054
Nitrogen Cair	1,454
Teflon	2,1
Polyetilen	2,25
Polyvinyl Klorida (PVC)	3,45
Air	80,1

2.4 Definisi Sensor

Sensor adalah alat yang dapat menerima rangsangan dan merespon dengan suatu sinyal elektrik. Rangsangan adalah kuantitas, sifat, atau kondisi yang dirasakan dan dikonversi ke dalam sinyal elektrik. Tujuan dari suatu sensor adalah untuk merespon suatu masukan sifat fisis (rangsangan) dan

mengkonversikannya ke dalam suatu sinyal elektrik melalui kontak elektronik. Elektrik artinya sinyal yang dapat disalurkan, dikuatkan dan dimodifikasi oleh alat elektronik. Sinyal keluaran sensor dapat berupa tegangan atau arus. Sinyal keluaran juga dapat digambarkan sebagai masukan amplitude, frekuensi, fase atau kode digital (Freden, 2003).

Pada dasarnya sensor dan transduser mempunyai definisi sama yaitu menerima rangsangan (gejala fisis) dari luar dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Proses fisis yang merupakan stimulus atau rangsangan sensor dapat berupa fluks magnetik, gaya, arus listrik, temperatur, cahaya, tekanan dan proses fisis lainnya. Sensor dan transduser mempunyai perbedaan yang sangat kecil yaitu pada koefisien konversi energi. Sensor itu sendiri terdiri dari transduser atau tanpa penguat atau pengolahan sinyal yang terbentuk dalam satu indera (Sinclair, 1988).

2.4.1 Sensor Kapasitif

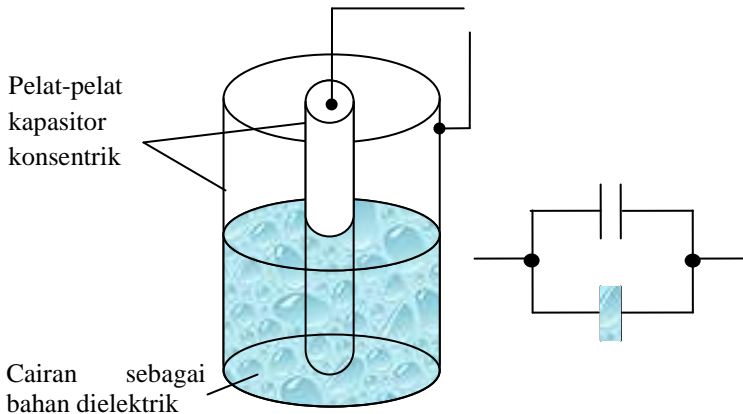
Sensor dan transduser merupakan peralatan atau komponen yang mempunyai peranan penting dalam sebuah sistem pengaturan otomatis. Untuk mengubah besaran yang bukan listrik pada sistem pengukuran atau sistem kontrol menjadi suatu sinyal listrik melalui sebuah alat yang disebut transduser.

Sensor kapasitansi merupakan sensor yang memanfaatkan perubahan besar kapasitansi yang disebabkan oleh perubahan luas keping, perubahan jarak keping maupun perubahan tetapan dielektrik keping kapasitor tersebut (Magusti, 2012).

Dalam Pengukuran jika luas permukaan dan jarak kedua pelat dijaga konstan dan volume dielektrikum dapat dipengaruhi maka perubahan kapasitansi ditentukan oleh volume atau ketinggian cairan elektrolit yang diberikan (Suratmaja, 2012).

Salah satu bentuk umum indikator ketinggian kapasitif terdiri dari dua buah silinder penghantar konsentrik, atau sebuah batang melingkar di dalam silinder, berfungsi sebagai pelat kapasitor dengan cairan diantaranya berfungsi sebagai bahan

dielektrik kapasitor (Gambar 2.6). Jika cairannya merupakan isolator listrik, maka pelat-pelat kapasitor dapat berupa logam murni. Namun, jika cairannya merupakan cairan konduktif, maka pelat-pelat kapasitor harus dibuat dari bahan logam yang diselimuti oleh bahan isolatif, contohnya teflon. Intinya, susunan instrumen ini terdiri dari dua buah kapasitor sejajar, di mana satu diantaranya terbentuk dari pelat-pelat yang berada di dalam cairan, sedangkan satu kapasitor lainnya terbentuk dari bagian pelat-pelat yang berada di udara di atas cairan. Error dapat terjadi pada saat cairan berkurang, elektroda-elektroda kapasitor masih tetap terselimuti oleh cairan. Dengan pemilihan elektroda yang tepat, sistem ini dapat digunakan untuk aplikasi cairan korosif dengan tingkat akurasi yang cukup baik (W. Bolton, 2002).

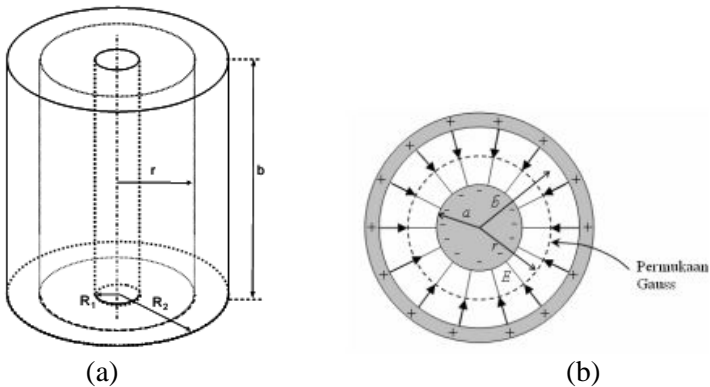


Gambar 2.6 Alat ukur ketinggian kapasitif (W. Bolton, 2002).

Sebuah kapasitor silinder dibuat dari dua konduktor silinder dengan adanya ruang hampa (vacuum) diantara silinder-silinder tersebut. Silinder bagian dalam mempunyai jari-jari R_1 , dan bagian luar mempunyai jari-jari R_2 . Silinder bagian dalam memiliki muatan $-q$ dan bagian luar memiliki muatan $+q$

(Gambar 2.7a). Medan listrik di antara kedua silinder terarah dan tegak lurus ke permukaan silinder-silinder tersebut (beur and westfall, 2013). Gambar 2.7b menunjukkan permukaan silinder koaksial dimana a merupakan R_1 dan b merupakan R_2 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7a. Apabila volume air berubah maka luas kapasitor air berubah sehingga mempengaruhi kapasitansi total, dimana kapasitansi total ini sebanding dengan h (tinggi air). Kapasitansi dari kapasitor silinder ini adalah (C. Quintans, 2010):

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{R_2}{R_1}} \times [h \times (K_{\text{air}} - K_{\text{udara}}) + b \times K_{\text{udara}}] \quad (2.3)$$



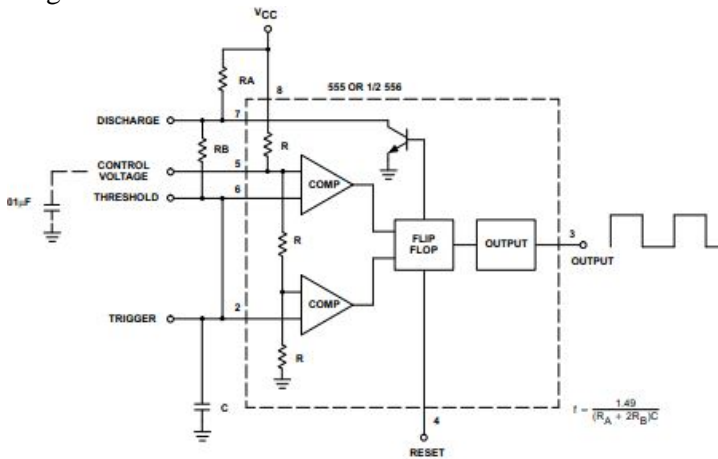
Gambar 2.7 (a)Kapasitor Silinder (C. Quintans, 2010) (b) permukaan dua silinder koaksial (Zemansky,1962).

2.5 Osilator RC

Osilator ini menggunakan tahanan dan kapasitor sebagai penentu frekuensinya. Osilator ini sangat mudah untuk dibangun namun memiliki ketelitian frekuensi yang rendah.

IC NE 555 adalah piranti multiguna yang telah secara luas digunakan. Piranti ini dapat difungsikan sebagai astable

multivibrator. Rangkaian ini dapat dengan mudah dibuat dan sangat handal.



Gambar 2.8 Rangkaian Astabel Multivibrator (Datasheet Book, 1994).

Frekuensi keluaran dari osilator ini adalah :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,49}{(R_A + 2R_B)C} \quad (2.4)$$

Rangkaian osilator secara sederhana juga dapat dibuat dengan schmitt trigger, salah satu jenis schmitt trigger adalah 74HC14. Apabila astable multivibrator terdiri dari 2 penguat dimana keluaran penguat yang satu dihubungkan dengan masukan penguat yang lain maka efek dari gabungan ini adalah berupa balikan positif. Hal ini dikarenakan masing-masing penguat membalik isyarat masukan. Dengan adanya (positif) balikan, osilator akan “regenerative” (selalu mendapatkan

tambahan energi) dan menghasilkan keluaran yang kontinu (Rachma, 2009).

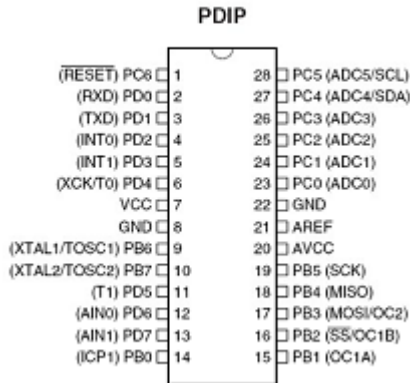
2.6 Mikrokontroler AVR ATmega 8

AVR ATmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel. AVR mempunyai *32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan mode compare, interrupt internal dan eksternal, serial UART, programmable Watchdog Timer, dan mode power saving.*

Beberapa dari mikrokontroler atmel AVR mempunyai ADC internal dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-Sistem Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram berulang-ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. ATmega8 dapat bekerja pada tegangan antara 4,5 – 5,5 V. Beberapa fitur yang dimiliki ATmega8 adalah sebagai berikut :

- Mempunyai performa yang tinggi (berkecepatan akses maksimum 16MHz) dan hemat daya
- Memori untuk program flash cukup besar yaitu 8K Byte
- Memori internal SRAM sebesar 1K Byte
- EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi
- Port komunikasi SPI
- Komunikasi serial standart USART
- Tersedia 3 channel PWM
- Tersedia 3 channel timer/counter (2 untuk 8 bit dan 1 untuk 16 bit)

Berikut adalah konfigurasi pin untuk Atmega8 :



Gambar 2.9 Konfigurasi Pin Atmega8 (Data Sheet Book, 2013).

ATmega8 memiliki 28 Pin, yang masing-masing pin nya memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai port maupun fungsi yang lainnya. Berikut akan dijelaskan fungsi dari masing-masing kaki ATmega8 (Indra, 2014):.

1. PORT B : Merupakan 8-bit directional I/O dengan internal pull-up resistor. Didalam PORT B terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Sebagai input, pin-pin yang terdapat pada port B yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika pull-up resistor diaktifkan. Khusus PB6 dapat digunakan sebagai input Kristal (inverting oscillator amplifier) dan input ke rangkaian clock internal, bergantung pada pengaturan Fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber clock. Sedangkan untuk PB7 dapat digunakan sebagai output Kristal (output oscillator amplifier) bergantung pada pengaturan Fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber clock. Jika sumber clock yang dipilih dari oscillator internal, PB7 dan PB6 dapat digunakan sebagai I/O atau jika menggunakan Asynchronous Timer/Counter2

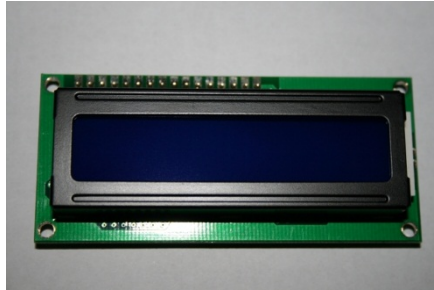
maka PB6 dan PB7 (TOSC2 dan TOSC1) digunakan untuk saluran input timer.

2. PORT C : Merupakan 7-bit directional port I/O yang di dalam masing-masing pin terdapat pull-up resistor. Sebagai output port C memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus ataupun mengeluarkan arus.
3. PORT D : Merupakan 8-bit directional I/O dengan internal pull-up resistor. Fungsi dari port ini sama dengan port-port yang lain. Pada port ini hanya berfungsi sebagai input atau output saja.
4. Reset (PORT C 6) : Jika RSTDISBL Fuse diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin-pin yang terdapat pada port C lainnya. Namun jika RSTDISBL Fuse tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai input reset. Dan jika level tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi reset meskipun clock-nya tidak bekerja.
5. AVCC : Merupakan supply tegangan untuk ADC. Kaki ini harus terpisah dengan VCC. Jika ADC digunakan, maka AVCC harus dihubungkan ke VCC melalui low pass filter.
6. AREF : Merupakan pin referensi jika menggunakan ADC
7. VCC : Merupakan supply tegangan digital
8. GND : Merupakan ground untuk semua komponen yang membutuhkan grounding.

2.7 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid crystal display adalah modul tampilan yang mempunyai konsumsi daya yang relatif rendah dan terdapat sebuah *controler* CMOS didalamnya. *Controler* tersebut sebagai pembangkit ROM/RAM dan display data RAM. Bentuk LCD dapat dilihat pada Gambar 2.10. Semua fungsi tampilan dikontrol

oleh suatu instruksi modul LCD dapat dengan mudah diinterfacekan dengan MPU.



Gambar 2.10 LCD M1632 (Widodo, 2005).

Dalam sistem monitoring keluaran sensor konduktifitas LCD yang digunakan adalah M1632 dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakter dibentuk oleh 8 baris pixel (1 baris *pixel* terakhir adalah kursor). Dan perlu diketahui bahwa suatu komponen elektronik dengan mikrokontroler memiliki fungsi dari setiap kaki yang ada pada komponen ini adalah (Nuning A., 2013):

1. Kaki 1 (GND), kaki ini berhubungan dengan tegangan 5 V yang merupakan tegangan untuk sumber daya.
2. Kaki 2 (VCC), kaki ini berhubungan dengan tegangan 0 volt dan modul LCD.
3. Kaki 3 (VEE/VLCD), tegangan pengatur kontras LCD, kaki ini terhubung pada V5. Kontras mencapai nilai maksimum pada saat kondisi kaki ini pada tegangan 0 volt.
4. Kaki 4 (RS), *register Select*, kaki pemilih register yang akan diakses. Untuk akses keregister data, logika dari kaki ini adalah 1 dan untuk akses ke register perintah, logika dari kaki ini adalah 0.
5. Kaki 5 (R/W), logika 1 pada kaki ini menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0

menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan pembacaan data pada modul LCD, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke *ground*.

6. Kaki 6 (E), *Enable clock* LCD, kaki ini mengaktifkan clock LCD. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau pembacaan data.
7. Kaki 7-14 (D0-D7), data bus, kedelapan kaki modul LCD ini adalah bagian dimana aliran data sebanyak 4 bit atau 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.
8. Kaki 15 (Anoda), berfungsi untuk tegangan positif dari backlight modul LCD sekitar 4,5 volt.
9. Kaki 16 (Katoda), tegangan *negative backlight* modul LCD sebesar 0 volt.

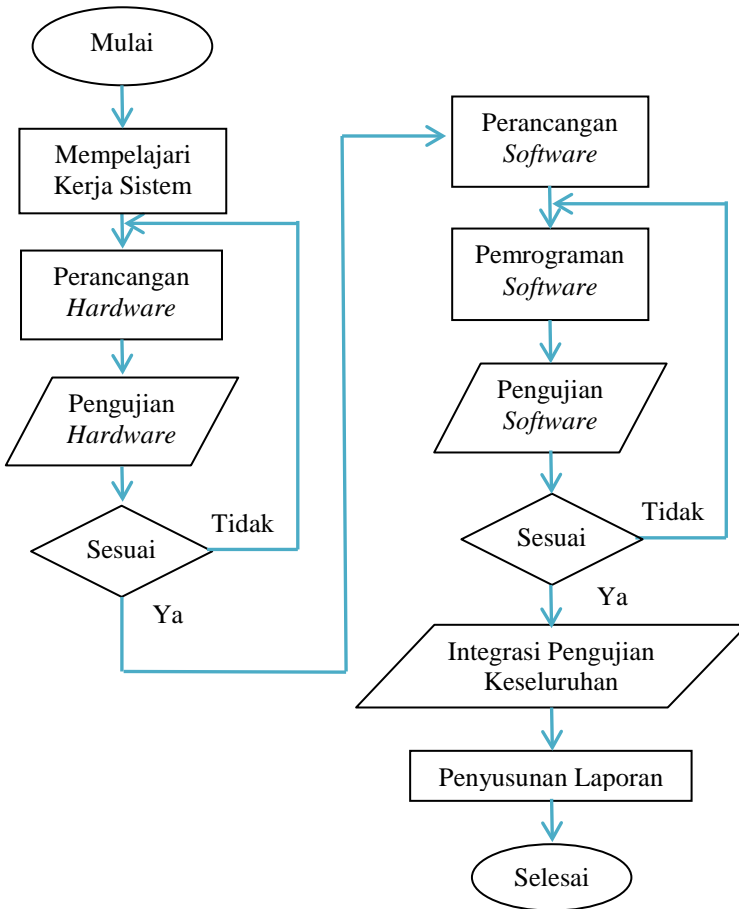
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

Pada tahap ini akan dibahas perancangan alat mulai dari desain rangkaian sensor, desain elektronik, serta desain *software*. Perancangan alat dibuat secara bertahap dimulai dari desain kapasitif sensor, setelah selesai maka dilanjutkan dengan desain rangkaian elektronik atau *hardware*, dan tahap akhir adalah desain *software*. Hal ini dimaksudkan supaya hasil dari tiap desain dapat diintegrasikan dengan desain selanjutnya, dan hasil yang didapatpun lebih maksimal. Secara umum perancangan sensor untuk mengetahui level (ketinggian) air dilakukan dengan menggunakan prinsip kapasitif. Dengan menggunakan dua buah elektroda berbentuk silinder yang terbuat dari pipa PVC yang dilapisi dengan kertas aluminium foil sebagai elektroda. Pada rancangan sensor level ini juga dilengkapi dengan beberapa perangkat keras (*hardware*) seperti catu daya, mikrokontroler Atmega8 yang difungsikan sebagai pengolah data dari hasil pengukuran yang akan dilakukan, serta LCD sebagai tampilan keluaran data. Secara garis besar langkah-langkah dalam perencanaan alat ditunjukkan oleh diagram blok pada Gambar 3.1.

3.1 Alat Dan Bahan

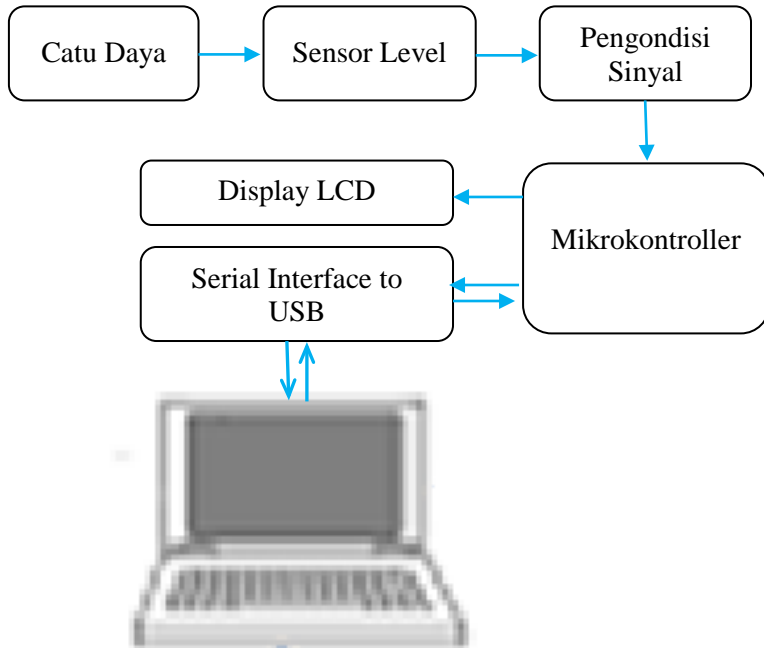
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air PDAM Jurusan Fisika FMIPA ITS, akrilik yang nantinya dibuat bentuk box sebagai tempat penampung air, aluminium foil, 2 pipa PVC dengan ukuran yang berbeda, ember, selang, keran, mikrokontroler ATmega8 beserta LCD dan komponen elektronika penunjang lainnya.



Gambar 3.1 Blok diagram perencanaan pembuatan *hardware* dan *software*

3.2 Perancangan *Hardware*

Pembuatan perangkat keras elektronik dibuat berdasarkan blok yang telah di rancang terlebih dahulu. Blok diagram perangkat yang dibangun diperlihatkan pada Gambar 3.2.

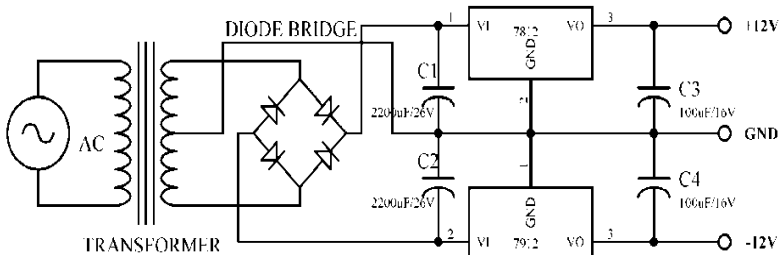


Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan *Hardware*.

3.2.1 Perancangan *Catu Daya*

Catu daya merupakan sumber tenaga yang dibutuhkan suatu rangkaian elektronika untuk bekerja. besarnya suplai daya tergantung spesifikasi alat masing – masing. Pada sistem pengendalian ini, catu daya digunakan untuk mengaktifkan sensor – sensor pada rangkaian.

Rangkaian membutuhkan suplai daya sebesar +12V. Gambar 3.2 merupakan rangkaian catu daya yang dapat memenuhi rangkaian tersebut. inputan rangkaian ini adalah tegangan 220 V, dengan menggunakan LM 7912 dan 7812. Rangkaian ini menghasilkan keluaran sebesar -12V dan +12 V.



Gambar 3.3 Rangkaian Catu daya.

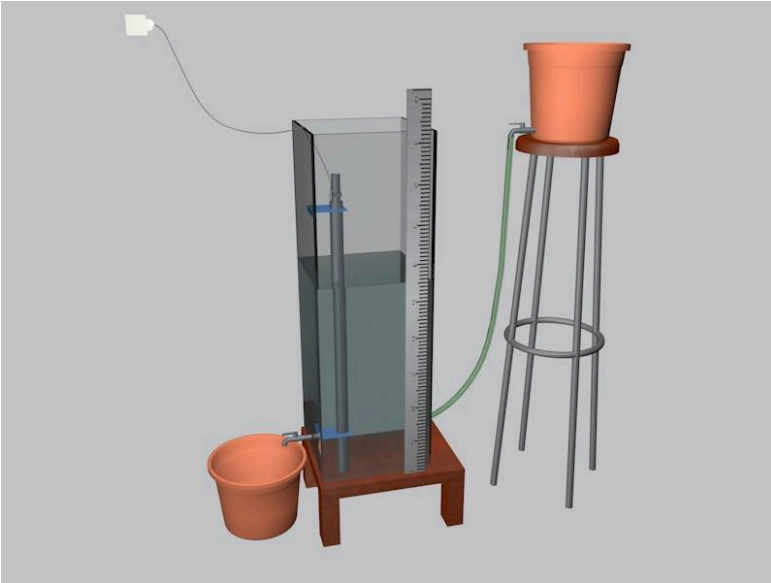
3.2.2 Perancangan Sensor Level Air

Tahap selanjutnya yang dilakukan adalah perancangan sensor level air. Pada tugas akhir ini, sensor ketinggian (level) menggunakan prinsip kapasitif dirancang dengan bentuk kapasitor silinder koaksial, adapun dimensi sensor yang dirancang adalah dengan pipa PVC bagian dalam berdiameter 1,91 cm dan pipa PVC bagian luar berdiameter 2,87 cm dengan tinggi 82 cm. Masing-masing pipa untuk bagian dalam dan bagian luar dilapisi dengan aluminium foil yang kemudian di isolasi. Hasil perancangan level ini dituangkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rancangan sensor level berbentuk silinder koaksial

Pada tugas akhir ini juga digunakan akrilik berukuran $20 \times 20 \times 100 \text{ cm}^3$ yang digunakan sebagai tempat penampung air yang akan di ukur levelnya. Posisi plat ini kemudian diletakkan di pinggir wadah akrilik yang pada bagian atas diberi kabel yang nantinya terhubung ke alat pengukuran level. Sehingga pada saat silinder diberi sumber tegangan listrik maka akan timbul beda potensial diantara bagian- bagian silinder tersebut. Pada perancangan sensor level ini juga dilengkapi dengan penggaris besi berukuran 100 cm sebagai kalibrator yang diletakkan di sisi bagian luar dari akrilik. Dari hasil deskripsi di atas maka rancangan dituangkan pada Gambar 3.5.



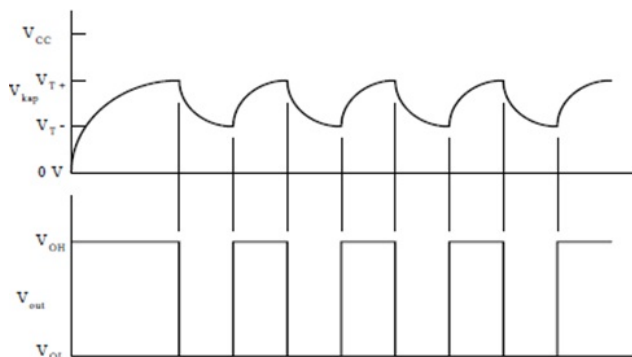
Gambar 3.5 Hasil Rancangan Sensor Level Berbasis Prinsip Kapasitif

Pada prinsipnya sensor level yang berbasis prinsip kapasitif ini bekerja berdasarkan adanya dielektrikum. Satu kapasitor dielektrikum air dan satunya lagi dielektrikum udara. Ketika volume air bertambah maka udara berkurang, karena kapasitansi udara di anggap kecil maka perubahan kapasitansi udara sangat kecil. Ketika volume air berubah maka luas kapasitor air juga berubah sehingga mempengaruhi kapasitansi total. Kapasitansi total ini sebanding dengan nilai h (ketinggian air).

3.2.3 Perancangan Pengondisi Sinyal

Perancangan pengondisi sinyal pada tugas akhir ini menggunakan RC Osilator dimana RC Osilator yang digunakan adalah NE 555 sebagai penghasil gelombang kotak. Agar NE 555 dapat menghasilkan gelombang kotak (Gambar 3.6), maka

diperlukan komponen pendukung yaitu terdiri dari R1, R2 dan C, dengan harga tiap – tiap komponen yang digunakan adalah R1 sebesar 1Kohm, R2 sebesar 500Kohm dan C sebesar 10nF. Output yang dihasilkan dari NE 555 ini berupa frekuensi. Pada RC osilator ini juga dilengkapi dengan schmitt trigger type 74HC14. Fungsi schmitt trigger disini adalah untuk mempercepat transisi tegangan keluaran dan memberi efek hysteresis pada tegangan masukan. Gambar 3.6 adalah output yang dihasilkan oleh RC osilator.



Gambar 3.6 Hasil output RC osilator

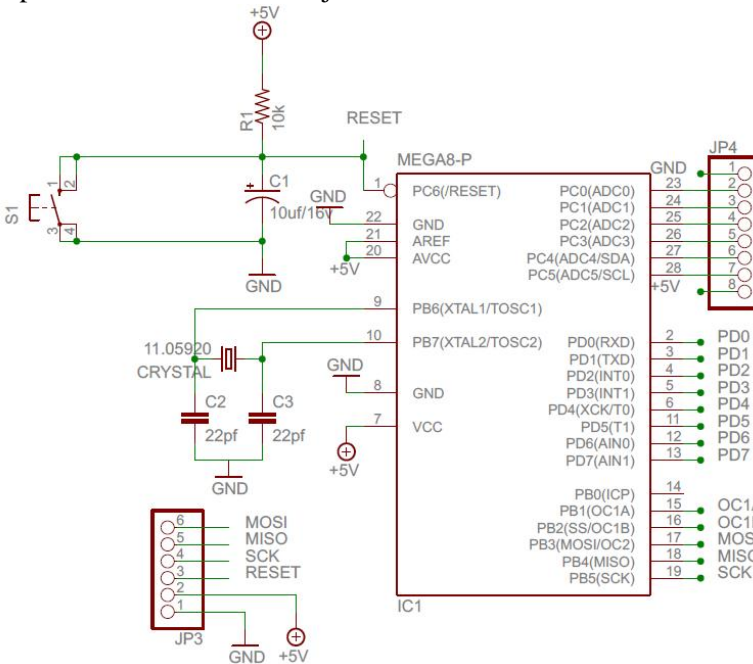
Seperti yang dijelaskan di atas bahwa output dari RC Osilator ini adalah frekuensi, dimana frekuensi ini nantinya akan dilakukan akuisisi data oleh mikrokontroler sehingga diperoleh nilai kapasitansi. Nilai kapasitansi ini di dasarkan pada rumus yang terdapat pada Datasheet NE555.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,49}{(Ra + 2Rb)C}$$

Sehingga dapat dikatakan bahwa nilai frekuensi akan sebanding dengan kapasitansi. Karena ketika frekuensi berubah maka nilai kapasitansi juga akan berubah.

3.2.4 Minimum Sistem ATmega8

Untuk mengontrol semua peralatan input/output dari sistem rancangan alat ini diperlukan sebuah mikrokontroller yang telah memiliki memori internal (Gambar 3.7). Dalam tugas akhir ini digunakan mikrokontroller Atmega 8 untuk melakukan sistem akuisisi data. Sistem akuisisi data pada tugas akhir ini yang akan diolah oleh mikrokontroller antara lain adalah pengolahan dari output RC osilator yang berupa frekuensi yang kemudian akan diolah sehingga menjadi nilai kapasitansi dan dari nilai kapasitansi akan diolah menjadi level.

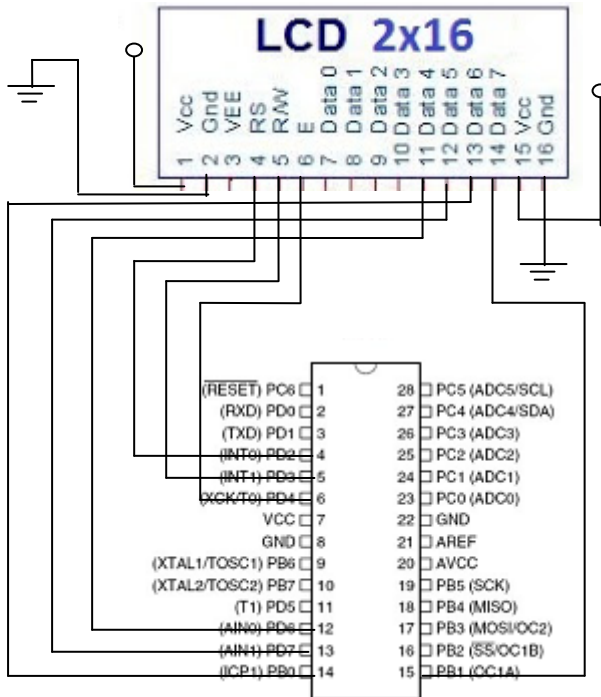


Gambar 3.7 Rangkaian minimum sistem Atmega8

3.2.5 Rangkaian LCD

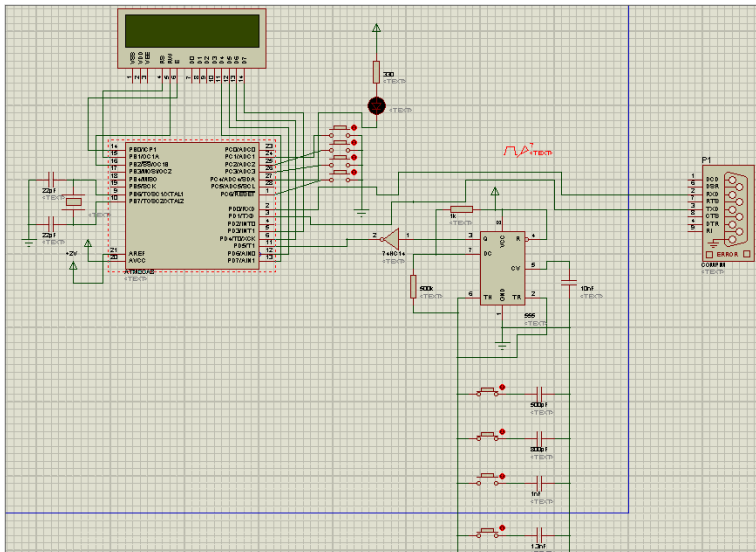
Rangkaian skematik konektor yang dihubungkan dari LCD ke mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 3.8. Pada rangkaian LCD tersebut, terdiri atas Gnd, Vcc, *Contract*, Reset,

RW (*Read/write*), *Enable*, DB4-DB7 dan dihubungkan langsung dengan konektor yang kompatibel dengan mikrokontroler.



Gambar 3.8 Rangkaian skematik dari LCD ke mikrokontroler

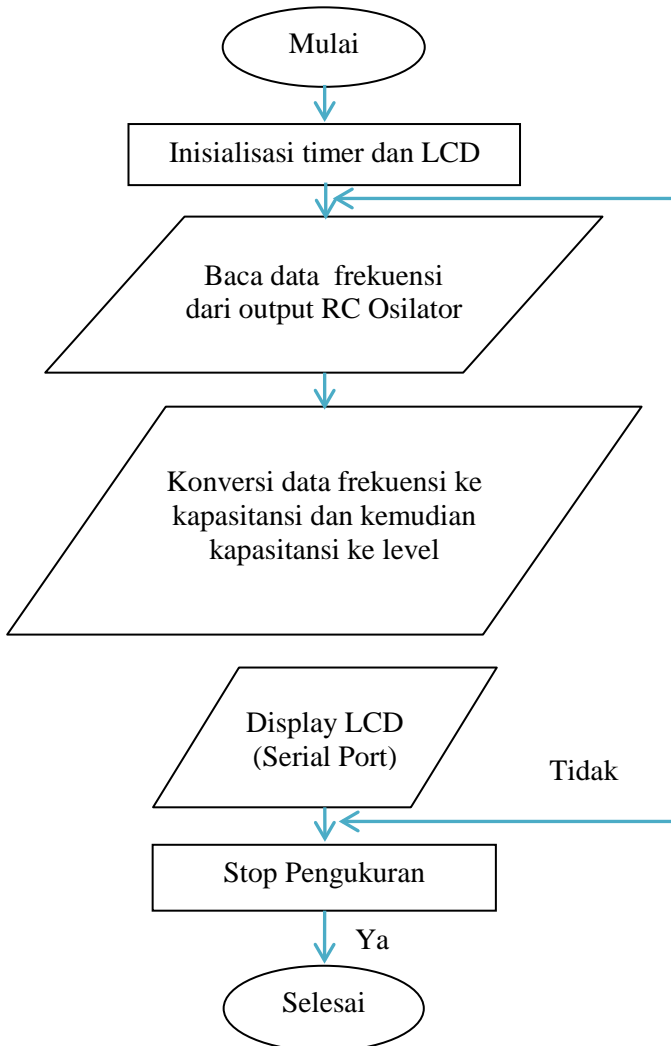
Kemudian untuk skema rangkaian perancangan hardware secara keseluruhan dapat dibuatkan simulasi dengan menggunakan software proteus terlebih dahulu sebagai simulasi dari hasil perancangan yang telah dibuat. Pembuatan simulasi ini dilakukan untuk mempermudah kita dalam mengetahui sistem kerja hardware sebelum direalisasikan. Simulasi ini dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Skema Rangkaian dari Diagram Blok yang telah dirancang sebelumnya

3.3 Perancangan Software

Program yang digunakan untuk membaca sensor level air dibuat dengan bahasa pemrograman C pada software codevision AVR. Yang nantinya akan di program pada mikrokontroler. Selanjutnya dari program yang dijalankan oleh mikrokontroler akan ditampilkan pada LCD.



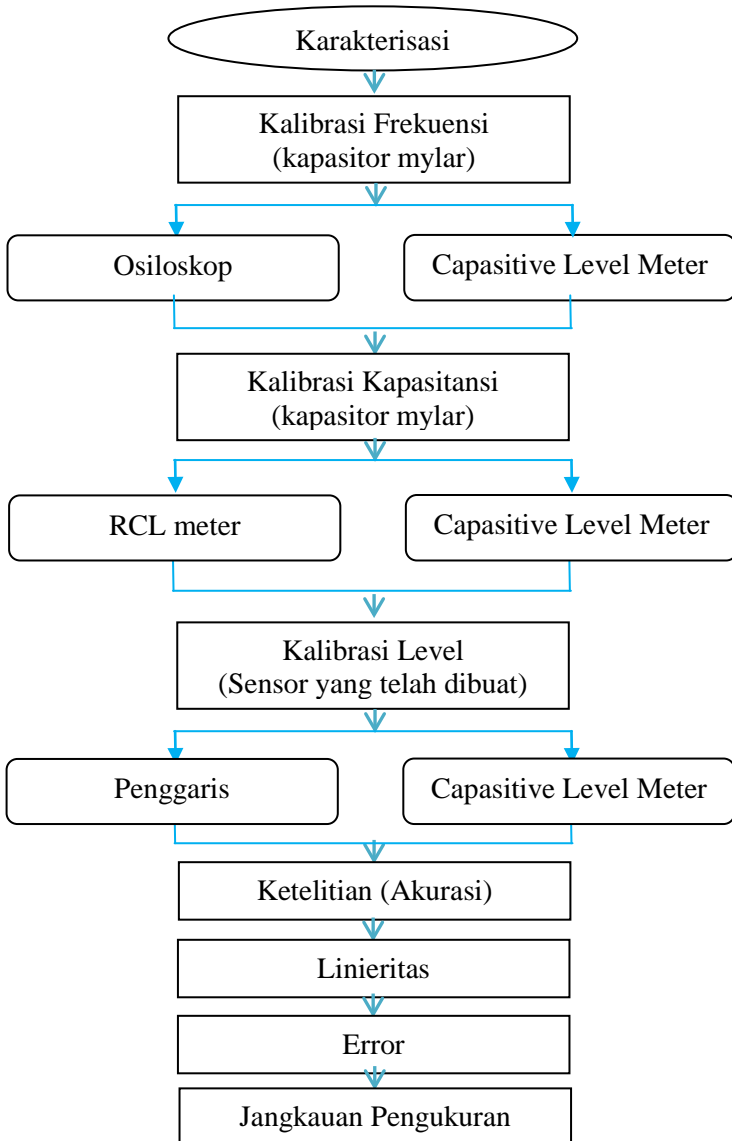
Gambar 3.10 Flowchart program mikrokontroler

Sinyal yang dihasilkan oleh sensor kapasitif ini berupa gelombang kotak yang telah diolah sedemikian rupa menjadi bentuk digital berupa frekuensi. Nilai ini kemudian dikonversikan menggunakan persamaan sehingga menjadi data kapasitansi dan dari kapasitansi ini kemudian dikonversikan ke data jarak yang nanti ditampilkan oleh LCD. Alur dari perancangan software dinyatakan oleh Gambar 3.9.

Perancangan software ini digunakan compiler *Code Vision AVR* yang digunakan untuk mengcompile dan membuat kode hexa yang akan didownload ke mikrokontroler. Bahasa pemrograman yang digunakan oleh *Code Vision AVR* adalah bahasa pemrograman C.

Berdasarkan flowchart pada Gambar 3.9 alat yang dirancang ini juga dilengkapi software monitoring level air yang berbasis Delphi 7 sebagai Human Machine Interface (HMI). Data yang terbaca pada LCD dikoneksikan dengan PC menggunakan Serial Port. Ketika dilakukan stop pengukuran maka data yang terbaca akan berhenti tapi ketika tidak dilakukan stop pengukuran maka data akan terus terbaca, baik pada LCD maupun pada PC.

Selanjutnya akan dibuat diagram karakterisasi dari sensor yang telah dirancang.



Gambar 3.11 Diagram Alir Karakterisasi Sensor Level

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

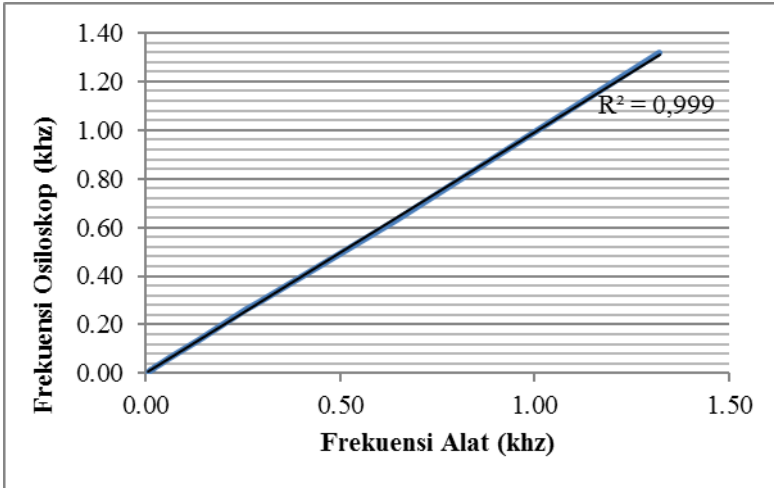
Telah dilakukan penelitian Tugas Akhir yang berjudul “Fabrikasi dan Karakterisasi Sensor Kapasitif untuk Level Air”. Setelah tahap perancangan selesai maka pada tahap ini semua bagian *hardware* dan *software* akan di uji.

4.1 Pengujian *Hardware*

Setelah dilakukan perancangan hardware pada Bab III maka akan dilakukan proses pengujian dari sensor *capacitive level meter* yang telah dirancang.

4.1.1 Pengujian Pengondisi Sinyal

Pengujian yang pertama dilakukan adalah pada pengondisi sinyal, yaitu yang merupakan RC osilator, pada pengujian ini dilakukan proses kalibrasi frekuensi yang merupakan output dari RC Osilator, pengujian dilakukan dengan cara membandingkan data hasil pengukuran menggunakan alat *capacitive level meter* yang telah di buat dengan hasil data yang diperoleh dari osiloskop digital sebagai kalibrator (Gambar 4.1). pada pengujian pengondisi sinyal ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dari pengondisi sinyal yang dirancang telah tercapai. Pada pengujian ini dilakukan pengambilan data sebanyak 12 data, dikarenakan dari ke-12 data ini akan mewakili range data yang akan di ambil selanjutnya. Pengujian frekuensi ini menggunakan kapasitor mylar (1; 2,2; 4,7; 5,6; 10; 22; 33; 56; 68; 82; 100; 220) dalam ukuran nano farad. Pengujian dilakukan dengan cara kapasitor mylar di ukur dengan osiloskop dan di waktu yang bersamaan juga dilakukan pengukuran terhadap alat yang telah dirancang dimana data frekuensi yang terbaca akan tampil di LCD. Pengujian ini dilakukan hanya untuk sebatas mengetahui bahwa alat yang dirancang mampu digunakan mengukur frekuensi dengan baik atau tidak. Untuk data hasil kalibrasi frekuensi dapat dilihat pada lampiran A-1.



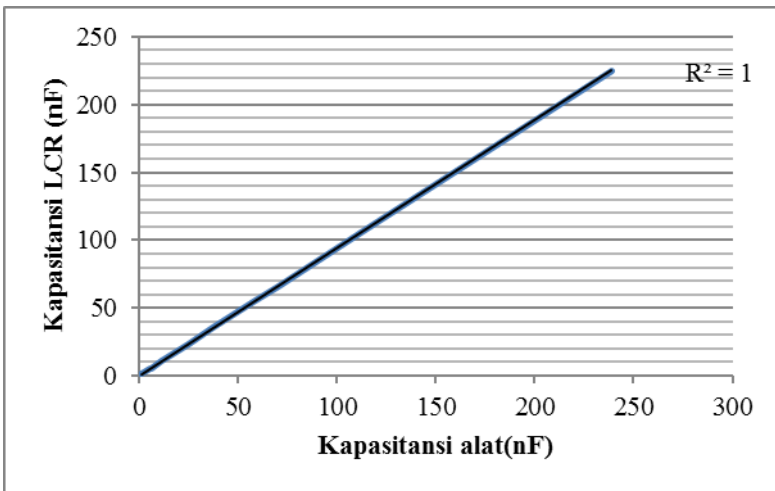
Gambar 4.1 Grafik hasil pengujian kalibrasi alat ukur *capacitive level meter* berdasarkan hubungan antara Frekuensi Alat dan Frekuensi Osiloskop

Berdasarkan data yang diperoleh pada Gambar 4.1 didapatkan grafik yang linier pada pengukuran frekuensi menggunakan alat *capacitive level meter* dengan osiloskop. Pada Gambar 4.1 dapat diketahui nilai regresi linier dari grafik sebesar $y = 0,992x + 0$. Dimana x adalah frekuensi alat dan y adalah frekuensi osiloskop. Nilai koefisien determinasi pada regresi linier (r^2) adalah 0,999. Dari hasil grafik yang diperoleh maka terlihat kelinieran dari pengukuran frekuensi dan dapat disimpulkan bahwa pengondisi sinyal yang terdapat pada alat *capacitive level meter* yang dibuat mampu melakukan pengukuran frekuensi dengan baik. Dari persamaan yang diperoleh akan dimasukkan ke dalam software guna untuk melakukan pengukuran berikutnya.

4.1.2 Pengujian Sistem Akuisisi Data (Mikrokontroller)

Selanjutnya adalah kalibrasi kapasitansi yang dilakukan dengan menggunakan LCR meter (Gambar 4.2). Pengukuran ini

dilakukan untuk mengetahui keakuratan alat *capasitive level meter* yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan dengan cara yang sama seperti pada saat kalibrasi frekuensi, yaitu menggunakan kapasitor mylar (1; 2,2; 4,7; 5,6; 10; 22; 33; 56; 68; 82; 100; 220) dalam ukuran nano farad dengan ukuran yang sama yang digunakan pada saat pengujian untuk mengetahui frekuensi yang dihasilkan oleh alat yang dirancang dengan kalibrator.

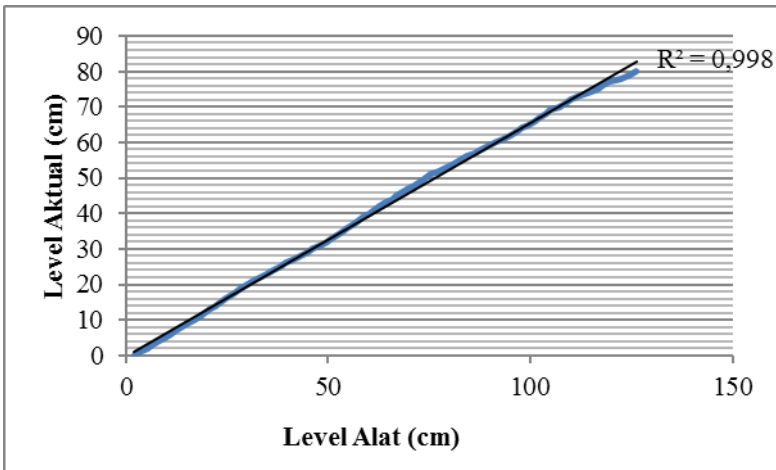


Gambar 4.2 Grafik hasil pengujian kalibrasi alat ukur *capasitive level meter* berdasarkan hubungan antara Kapasitansi Alat dan Kapasitansi LCR meter

Dari hasil pengujian kapasitansi pada Gambar 4.2 dapat diketahui nilai regresi linier dari grafik sebesar $y = 0,942x - 0,014$. Dimana x adalah kapasitansi alat yang dirancang dan y adalah kapasitansi LCR meter. Nilai koefisien determinasi pada regresi linier (r^2) adalah 1. Dari hasil grafik yang diperoleh maka terlihat kelinieran dari pengukuran kapasitansi dan dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat mampu melakukan pengukuran kapasitansi dengan baik. Data hasil pengukuran kalibrasi kapasitansi dapat dilihat pada lampiran A-2. Dari

persamaan yang diperoleh akan dimasukkan ke dalam software guna untuk melakukan pengukuran berikutnya.

Selanjutnya dilakukan kalibrasi terhadap sensor level. Kalibrasi sensor level ini dilakukan pada sensor level air yang telah dirancang dalam bentuk kapasitor silinder koaksial. Kemudian dilihat hasil level yang terbaca oleh alat *capasitive level meter* yang telah dirancang yang nilainya ditampilkan oleh LCD dan dibandingkan dengan kalibrator yang digunakan yaitu penggaris besi yang memiliki panjang 100 cm. Gambar 4.3 merupakan hubungan antara level aktual (penggaris) dengan level yang terbaca pada alat *capasitive level meter* yang telah dirancang. Level yang terbaca disini merupakan level dari pembacaan mikrokontroller secara teori.



Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian kalibrasi alat ukur sensor level berdasarkan hubungan antara Level alat (*capasitive level meter*) dan Level Aktual (Penggaris)

Dari hasil pengujian level pada Gambar 4.3 dapat diketahui nilai regresi linier dari grafik sebesar $y = 0,656x -$

0,275. Dimana x adalah level alat yang dirancang dan y adalah kalibrator. Nilai koefisien determinasi pada regresi linier (r^2) adalah 0,998. Dari hasil grafik yang diperoleh maka terlihat kelinieran dari pengukuran level dan dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat mampu melakukan pengukuran level dengan baik. Data pengukuran dapat dilihat pada Lampiran A-3. Dari persamaan yang diperoleh akan dimasukkan ke dalam software guna untuk melakukan pengambilan data level yang sebenarnya.

4.2 Karakterisasi Sensor Level

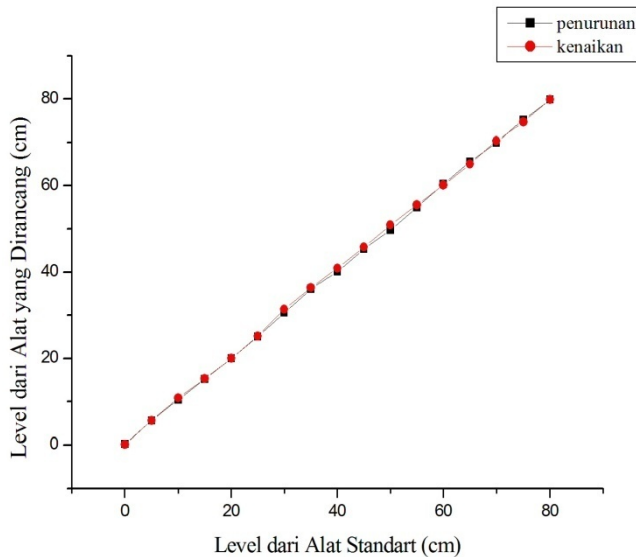
Setelah dilakukan kalibrasi yang merupakan karakteristik dari pengondisi sinyal dan sistem akuisisi data (Mikrokontroler) pada alat yang telah dirancang maka dapat dilakukan pengukuran pada sensor level air berbasis prinsip kapasitif. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan kalibrator penggaris yang dipasang di sisi dari tempat penampung air, yaitu akrilik. Kemudian dilakukan pengukuran juga terhadap alat ukur *capacitive level meter* yang telah dibuat. Cara pengukuran yang dilakukan adalah sama dengan cara pengambilan data level saat dilakukan kalibrasi pada sistem akuisisi data (Mikrokontroler), yaitu dengan cara membandingkan hasil pembacaan pada penggaris dengan level yang terbaca di LCD pada alat ukur *capacitive level meter*. Prinsip kerja dari sensor kapasitif untuk level air ini adalah berdasarkan dielektrikum yang digunakan, dalam tugas akhir ini dielektrikum yang digunakan adalah air dan udara. Dalam pengukuran ini apabila air bertambah maka frekuensi akan berubah sesuai dengan pertambahan tersebut, dengan berubahnya frekuensi maka nilai kapasitansi juga akan berubah. Data pengukuran level yang terbaca pada Tabel 4.1 merupakan pembacaan level sebenarnya yang diperoleh dari hasil pembacaan level secara teori dikali dengan faktor kalibrasi dari sensor tersebut. Data pengukuran ini dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali untuk melihat kepresisian dari alat yang telah dibuat. Data hasil pengukuran level ini akan ditampilkan dalam Tabel 4.1.

Hasil pengukuran berdasarkan data Tabel 4.1, yaitu pengukuran antara penggaris sebagai kalibrator dan pengukuran pada alat yang dibuat dapat digunakan untuk menentukan standar deviasi (σ) alat ukur hasil rancangan terhadap alat ukur acuan. Untuk menentukan nilai standar deviasi (σ) dapat dilihat pada lampiran B-1.

Tabel 4.1 Data hasil pengujian alat yang dibuat terhadap alat acuan (Penggaris)

No.	Level (cm)		
	Alat Standart	Alat <i>capasitive level meter</i> yang dirancang	
		Kenaikan	Penurunan
1	0	0,16 \pm 0,01	0,17 \pm 0,01
2	5	5,65 \pm 0,41	5,64 \pm 0,36
3	10	10,89 \pm 0,73	10,47 \pm 0,55
4	15	15,33 \pm 0,02	15,22 \pm 0,28
5	20	20,05 \pm 0,05	20,04 \pm 0,44
6	25	25,22 \pm 0,07	25,07 \pm 0,48
7	30	31,39 \pm 1,00	30,56 \pm 0,55
8	35	36,39 \pm 1,08	36,08 \pm 1,28
9	40	40,91 \pm 0,66	40,15 \pm 0,16
10	45	45,77 \pm 0,85	45,35 \pm 0,45
11	50	50,90 \pm 1,40	49,74 \pm 0,79
12	55	55,58 \pm 1,01	55,02 \pm 0,19
13	60	60,15 \pm 1,11	60,40 \pm 0,76
14	65	65,06 \pm 1,08	65,54 \pm 1,02
15	70	70,39 \pm 1,21	69,94 \pm 0,66
16	75	74,68 \pm 1,37	75,19 \pm 0,54
17	80	79,88 \pm 0,78	79,88 \pm 0,78

Dari Tabel 4.1 yaitu perbandingan antara level pada alat standar dengan level yang terukur pada alat *capasitive level meter* yang dirancang menunjukkan hasil yang relatif sama. Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa nilai standar deviasi maksimum diperoleh pada saat pengukuran 50 cm yaitu 1,40 pada pengukuran kenaikan level dan untuk standar deviasi minimum sebesar 0,01 yang diperoleh pada saat pengukuran level standar 0 cm. Berdasarkan Tabel 4.1 tersebut juga diperoleh keseksamaan rata-rata sebesar 98,50% pada saat kenaikan level dan pada saat penurunan level diperoleh keseksamaan rata-rata sebesar 98,81%. Dari data tersebut diketahui bahwa pembacaan level pada alat yang dibuat dengan pembacaan pada kalibrator menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda. Sehingga dapat dikatakan bahwa alat yang dibuat cukup akurat untuk digunakan dalam pengukuran level.



Gambar 4.4 Grafik Pengujian Alat Standar dan Alat yang Dirancang.

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa didapatkan grafik yang linier antara level dari alat standar dengan level dari alat yang dirancang dengan nilai regresi $y = 0,995x + 0,440$. Error rata-rata yang dihasilkan dari perbandingan data level pada Tabel 4.1 sebesar 2,30% pada kenaikan level dan 1,75% pada saat penurunan level.

Selanjutnya setelah dilakukan pengujian terhadap level yang terbaca pada Alat Standart dengan Alat ukur *capasitive level meter* yang dirancang kemudian dilakukan perbandingan antara nilai pengukuran kapasitansi yang terbaca oleh LCR meter dengan hasil perhitungan sesuai teori dengan menggunakan persamaan (2.3).

Untuk perhitungan selengkapya dapat dibuat tabel untuk perbandingan Kapasitansi hasil perhitungan dan Kapasitansi hasil pengukuran beserta standar deviasi dari masing-masing kapasitansi. Cara perhitungan untuk kapasitansi beserta ralat dan standar deviasi selengkapya dapat dilihat pada lampiran B-2.

Tabel 4.2 Data hasil perhitungan kapasitansi terhadap kapasitansi pengukuran

Level (cm)	Kapasitansi (nF)		
	Kapasitansi Perhitungan (nF)	Kapasitansi Pengukuran	
		Naik	Turun
0	0,11	$0,37 \pm 0,00$	$0,37 \pm 0,00$
5	0,65	$1,18 \pm 0,04$	$1,20 \pm 0,01$
10	1,19	$1,94 \pm 0,01$	$1,98 \pm 0,02$
15	1,73	$2,63 \pm 0,02$	$2,73 \pm 0,08$
20	2,27	$3,36 \pm 0,04$	$3,44 \pm 0,03$
25	2,81	$4,23 \pm 0,02$	$4,28 \pm 0,02$
30	3,35	$5,12 \pm 0,01$	$5,17 \pm 0,05$
35	3,89	$5,84 \pm 0,01$	$5,89 \pm 0,03$

40	4,43	6,33 \pm 0,02	6,38 \pm 0,01
45	4,97	6,78 \pm 0,01	6,81 \pm 0,01
50	5,51	7,14 \pm 0,01	7,17 \pm 0,00
55	6,05	7,47 \pm 0,01	7,49 \pm 0,01
60	6,59	7,68 \pm 0,00	7,69 \pm 0,01
65	7,13	7,80 \pm 0,00	7,80 \pm 0,00
70	7,67	7,88 \pm 0,00	7,88 \pm 0,01
75	8,21	7,95 \pm 0,02	7,95 \pm 0,01
80	8,75	8,01 \pm 0,01	8,01 \pm 0,01

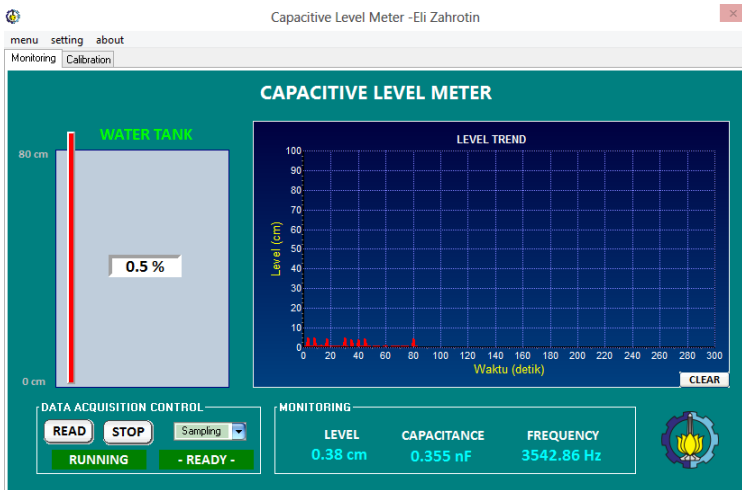
Berdasarkan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa standar deviasi maksimum diperoleh pada saat penurunan dengan kapasitansi sebesar 2,73 nF yaitu dengan standar deviasi 0,08. Pada pengukuran kapasitansi ini diperoleh rata-rata keseksamaan sebesar 99,74% saat kenaikan level dan rata-rata keseksamaan sebesar 99,71% saat penurunan level. Berdasarkan data pengukuran dan perhitungan kapasitansi tersebut juga diperoleh rata-rata error sebesar 25,09% saat kenaikan level dan rata-rata error sebesar 25,69% saat penurunan level. Perbedaan nilai yang disebabkan oleh pengukuran kapasitansi dengan menggunakan LCR meter dengan perhitungan bisa disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah adanya kabel penghubung yang menghubungkan antara sensor dengan alat ukur, dikarenakan pada saat dilakukan pengujian pada kapasitor mylar, nilai yang terbaca ketika kapasitor mylar dihubungkan langsung dengan LCR meter menunjukkan nilai yang berbeda ketika ada kabel penghubung diantara kapasitor mylar dengan LCR meter, faktor lain yaitu konstanta-konstanta yang dipakai dalam perhitungan juga mempengaruhi besarnya kapasitansi itu sendiri, misal permitifitas relatif air yang dipakai dalam perhitungan adalah 80,1 sedangkan secara teori besar permitifitas air 80,1 dipakai pada saat temperatur 20⁰C. Sehingga dapat dikatakan bahwa perubahan temperatur juga dapat menyebabkan adanya error,

karena perubahan temperatur ini mengakibatkan terjadinya perubahan kapasitansi.

Dari hasil pengukuran level dengan alat yang dirancang dan pengukuran kapasitansi dengan menggunakan LCR meter, maka dapat diketahui rentang daerah yang dihasilkan pada pengukuran level nilainya mulai 0,16 – 79,88 cm. Nilai tersebut menunjukkan daerah kerja sensor yang dihasilkan. Dari hubungan level dengan kapasitansi diketahui bahwa nilai kapasitansi semakin besar jika levelnya juga semakin tinggi. Nilai kapasitansi yang diperoleh pada saat level 0,16 cm adalah 0,37 nF, sedangkan pada level tertinggi yaitu 79,88 cm menunjukkan nilai kapasitansi 8,01 nF.

4.3 Pengujian Software

Pada tugas akhir ini juga dibuat software monitoring level air berbasis Delphi 7. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses monitoring level air. Sistem monitoring ini menggunakan mikrokontroller Atmega8 sebagai sistem akuisisi data dan Delphi 7 sebagai Human Machine Interface (HMI). Mikrokontroller AVR Atmega8 memiliki *Port* USART pada pin 2 dan pin 3 untuk melakukan komunikasi data antara mikrokontroller dengan laptop. Komunikasi serial ini menggunakan Port USB (Printer). Sistem akuisisi data ini menggunakan komunikasi serial dengan komputer.



Gambar 4.5 Tampilan Software monitoring Level Air

Untuk lebih memudahkan monitoring level air yang sedang berproses maka dibuatkan tab monitoring dengan penyimpanan otomatis pada sheet microsoft excel 2010. Data yang ter-record pada jendela microsoft excel adalah tiap detik. Berikut tampilan data yang ditampilkan dalam microsoft excel 2010.

DATA MONITORING LEVEL AIR

Waktu (detik)	Level (cm)
0	0,13
1	0,05
2	0,13
3	0,42

4	0,06
5	0,52
6	0,03
7	0,16
8	0,07
9	0,15
10	0,06
11	0,57
12	0,04
13	0,11

Gambar 4.6 Hasil Monitoring yang ditampilkan di excel secara otomatis

Dari hasil *software* monitoring level air tersebut data yang terbaca untuk level air dapat berupa bentuk persen (%) yang ditunjukkan oleh *software* dan dapat berbentuk dalam satuan jarak (cm).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem sensor level air menggunakan dua buah silinder dengan jari-jari dalam dan luar berturut-turut sebesar 0,995 dan 1,435 cm, serta mempunyai tinggi 82 cm dapat diaplikasikan untuk mengukur level air.
2. Sensor level air yang dirancang mampu digunakan dengan baik untuk mengukur level dengan standar deviasi maksimum 1,40 pada saat pengukuran kenaikan 50 cm dan standar deviasi minimum 0,01 saat penurunan 0 cm. Daerah pengukuran yang dihasilkan 0,16 – 79,88 cm, serta mempunyai keseksamaan rata-rata sebesar 98,50% saat kenaikan level dan 98,81% saat penurunan level dengan nilai error rata-rata sebesar 2,30% saat kenaikan level dan 1,75% saat penurunan level.

5.2 Saran

Untuk penelitian berikutnya disarankan agar sensor level dapat dibuat kontrol secara otomatis dalam pengisian maupun pengurangan, karena dalam penelitian ini cara yang dilakukan masih manual dalam pengisian dan pengurangan level air, hanya monitoring level nya yang telah dilakukan secara otomatis.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Armawati, Nuning. 2013. *Rancang Bangun Sistem Monitoring Level Air Dalam Proses Pengolahan Air Bersih pada Biosand filter*. Surabaya : ITS.
- Beur and Westfall, 1959. *University Physics with Modern Physics*. New York : Michigan State University.
- Bolton, W. 2002. *Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol*. Jakarta : Erlangga.
- Data Sheet Book, 1994. NE555
- Data Sheet Book, 2013. Atmega8
- Freden, Jacob. 2003. *Handbook Of Modern Sensor, Physics, Designs, and Application*. Springer. San Diego USA.
- Ginting, Suriadi. 2009. *Sensor Pyrometer sebagai alat ukur Temperatur*. Yogyakarta : Univ. Andalas.
- Ian R, Sinclair. 1988. *Sensor and Tranduser A Guide for Technicians*. Great Britain. Newres.
- Mujib, Saifudin. 2013. *Perancangan Sensor Kelembaban Beras Berbasis Kapasitor*. Surabaya : ITS
- Purna, Indra. 2010. *Sistem Bluetooth Berbasis Atmega8*. Bandung : UNIKOM.
- Quintans, C dkk. 2010. *Developing of Low Cost Capacitive Sensors for Laboratory Classes*. Spain : Department of Electronic Technology, University of Vigo.

- Rachma, Hardillah. 2009. *Astable Multivibrator*. Malang : Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Rafqie, Magusti. 2012. *Sensor Kapasitif untuk Mengukur Ketinggian Permukaan Air Laut Menggunakan Mikrokontroller*. Surabaya : ITS
- S. W. Suciati, A. Dzakwan. 2009. *Analisis Jembatan Schering Sebagai Pengondisi Sinyal Sensor Kapasitansi Dielektrik Suatu Kapasitor*. Lampung : FMIPA UNILA.
- Sears, Zemansky. 1962. *Fisika Universtas 2 Listrik Magnet*. Jakarta : Addison Wesley.
- Situmorang, 2007. *Air Bersih untuk kebutuhan sehari-hari*. Jakarta : Univ. Soetomo.
- Siwindarto, Panca. 2000. *Sistem Instrumentasi dan Elektronika*. Malang : Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Suraatmaja, S. 2012.,. *Sensor Kapasitif*. In : Suraatmaja.
- Umar, 2009. *Sistem Pengukuran*. Lampung : FMIPA UNILA.
- Waluyanti,Sri dkk. 2008. *Alat Ukur dan Teknik Pengukuran*. Penerbit direktorat pembinaan sekolah menengah kejuruan.

BIODATA PENULIS



Penulis “Eli Zahrotin” merupakan anak ke 5 dari 5 bersaudara yang lahir di Kota Lamongan pada 03 November 1991. Semasa kecil penulis menempuh pendidikan formal antara lain di TK Alfalahiyyah, SD Negeri Jetis VII, SMP Negeri 2 Lamongan, dan SMK Negeri 1 Lamongan. Semasa kecil penulis mendapatkan pendidikan non formal di Taman Pendidikan Alquran (TPQ) Miftahul Qulub. Setelah lulus SMK pada tahun 2010 penulis diterima sebagai mahasiswa jurusan fisika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur PMDK Bidikmisi. Selama kuliah di Jurusan Fisika bidang minat yang ditekuni penulis adalah bidang Instrumentasi.

Selama menjalani masa kuliah, penulis aktif di beberapa organisasi di antaranya di HIMASIKA ITS sebagai bendahara umum II periode 2011/2012, bendahara umum periode 2012/2013, Kemudian penulis juga aktif di Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FMIPA ITS sebagai staff Kementerian Dalam Negeri periode 2011/2012. Penulis juga aktif mengikuti Seminar, Pelatihan dan Kepanitiaan Kegiatan, antara lain Seminar Nasional Magnet 2011, LENTERA 3-4, jurnalistik, serta aktif dalam kepanitiaan Gebyar Fisika, Physics Summit, FMIPA in Art, dsb. Selain itu penulis juga menjadi Asisten Laboratorium Fisika Dasar I dan II, Asisten Laboratorium Instrumentasi dan Elektronika I dan II. Harapan besar penulis adalah bisa memanfaatkan usia yang masih muda untuk terus belajar dan berkarya. (love3ly@gmail.com)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Data Hasil Kalibrasi Alat Ukur <i>Capacitive Level Meter</i>	53
LAMPIRAN B	Perhitungan Data Ralat Pengujian.....	59
LAMPIRAN C	Perhitungan Kapasitansi.....	63
LAMPIRAN D	Gambar – gambar Proses Pengerjaan Tugas Akhir	65
LAMPIRAN E	Program Mikrokontroler	73

LAMPIRAN A
DATA HASIL KALIBRASI ALAT UKUR *CAPACITIVE*
LEVEL METER

Tabel A.1 Data hasil pengujian kalibrasi alat ukur *capacitive level meter* berdasarkan hubungan antara Frekuensi Alat dan Frekuensi Osiloskop

Frekuensi Osiloskop (kHz)	Frekuensi Alat yang Dirancang (kHz)
1,316000	1,322000
0,625000	0,641000
0,287400	0,287000
0,263200	0,257200
0,134400	0,134000
0,060980	0,060600
0,040320	0,040200
0,024040	0,024000
0,021550	0,021500
0,017730	0,017700
0,013090	0,013100
0,006320	0,006300

Tabel A.2 Data hasil pengujian kalibrasi alat ukur *capacitive level meter* berdasarkan hubungan antara Kapasitansi Alat dan Kapasitansi LCR meter

Kapasitor (nF)	Kapasitansi LCR (nF)	Kapasitansi Alat yang Dirancang (nF)
1	1,025	1,11
2,2	2,193	2,34

4,7	4,926	5,23
5,6	5,501	5,83
10	10,62	11,28
22	23,38	24,75
33	35,12	37,14
56	55,05	58,35
68	65,95	70,07
82	79,98	85
100	108	114,74
220	225,1	238,69

Tabel A.3 Data hasil pengujian kalibrasi alat ukur sensor level berdasarkan hubungan antara Level alat (*capacitive level meter*) dan Level Aktual (Penggaris)

Level (cm)			
Kenaikan		Penurunan	
Level Aktual (cm)	Level Alat yang Dirancang (cm)	Level Aktual (cm)	Level Alat yang Dirancang (cm)
0	2,02	0	2,1
1	2,92	1	2,9
2	5,37	2	5,4
3	6,7	3	6,81
4	8,22	4	8,22
5	9,49	5	9,41
6	10,97	6	10,69
7	12,42	7	12,9
8	13,91	8	14,33
9	15,38	9	15,9

10	16,83	10	17,05
11	18,33	11	19,55
12	19,6	12	20,43
13	20,73	13	21,24
14	21,98	14	22,81
15	23,37	15	24,22
16	24,77	16	25,55
17	26,1	17	27,09
18	27,32	18	27,5
19	28,55	19	28
20	29,97	20	30,51
21	31,54	21	32,33
22	33,4	22	34,15
23	34,94	23	36,42
24	36,41	24	38,22
25	38,24	25	40,04
26	39,69	26	41,94
27	41,23	27	43,94
28	43,2	28	45,91
29	44,97	29	47,88
30	46,22	30	48,9
31	47,93	31	51,34
32	49,61	32	53,53
33	51,04	33	55,08
34	52,45	34	56,48
35	53,61	35	57,76
36	54,85	36	58,98
37	56,24	37	60,4
38	57,8	38	61,57

39	58,8	39	62,9
40	60,07	40	64,04
41	61,4	41	65,51
42	62,81	42	66,92
43	64,38	43	68,25
44	65,85	44	69,76
45	66,9	45	70,96
46	68,4	46	71,6
47	69,9	47	73,67
48	71,15	48	75,22
49	72,91	49	76,5
50	74,2	50	77,82
51	75,55	51	79,24
52	77,31	52	81,33
53	79,31	53	82,98
54	81,02	54	84,79
55	82,66	55	86,63
56	84,4	56	88,14
57	86,21	57	89,84
58	87,94	58	91,35
59	89,77	59	93,08
60	91,56	60	94,83
61	93,08	61	96,72
62	95,01	62	98,37
63	96,71	63	99,63
64	97,9	64	100,99
65	99,54	65	102,32
66	101,15	66	103,48
67	102,37	67	105,07

68	104,11	68	106,6
69	105,09	69	108,35
70	107,02	70	109,64
71	108,74	71	110,97
72	110,14	72	112,24
73	112,1	73	113,8
74	114,24	74	114,43
75	116,77	75	117,23
76	118,06	76	119,1
77	119,67	77	120,2
78	122,26	78	122,24
79	124,74	79	124,77
80	126,31	80	126,31

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN DATA RALAT PENGUJIAN

$$\text{Ralat Mutlak } (\Delta) = \left[\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Dimana : n adalah jumlah pengukuran yang dilakukan.

$$\text{Ralat Nisbi } (I) = \frac{\Delta}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$\text{Keseksamaan } (K) = 100\% - I$$

$$\text{Standar Deviasi } (\sigma) = \left[\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Tabel B-1. Perhitungan Ralat Hasil Pengukuran Level

Level (cm)							Rata-rata		Ralat									
Kalibrator (cm)	Sensor Pengujian ke-						Naik	Turun	$\sum[(x-\bar{x})^2]$		Mutlak		Nisbi (%)		Keseksamaan (%)		Standar Deviasi	
	Naik			Turun					Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun
	1	2	3	1	2	3			Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun
0	0,17	0,17	0,15	0,17	0,16	0,17	0,16	0,17	0,0003	0,0001	0,01	0,00	4,08	2,00	95,92	98,00	0,01	0,01
5	6,05	5,27	5,43	6,02	5,31	5,58	5,58	5,64	0,3395	0,2569	0,24	0,21	4,26	3,67	95,74	96,33	0,41	0,36
10	11,5	10,28	10,19	11,1	10,18	10,12	10,66	10,47	1,0709	0,6035	0,42	0,32	3,96	3,03	96,04	96,97	0,73	0,55
15	15,06	15,09	15,05	15,55	15,03	15,09	15,07	15,22	0,0009	0,1619	0,01	0,16	0,08	1,08	99,92	98,92	0,02	0,28
20	20,06	20,09	20	20,46	20,09	19,58	20,05	20,04	0,0042	0,3905	0,03	0,26	0,13	1,27	99,87	98,73	0,05	0,44
25	25,26	25,26	25,14	25,54	25,09	24,59	25,22	25,07	0,0096	0,4517	0,04	0,27	0,16	1,09	99,84	98,91	0,07	0,48
30	32,08	31,86	30,24	31,16	30,41	30,1	31,39	30,56	2,0195	0,5941	0,58	0,31	1,85	1,03	98,15	98,97	1,00	0,55
35	37,14	36,89	35,15	37,53	35,61	35,1	36,39	36,08	2,3501	3,2838	0,63	0,74	1,72	2,05	98,28	97,95	1,08	1,28
40	41,61	40,82	40,29	40,33	40,08	40,04	40,91	40,15	0,8825	0,0494	0,38	0,09	0,94	0,23	99,06	99,77	0,66	0,16
45	46,7	45,58	45,04	45,87	45,05	45,12	45,77	45,35	1,4339	0,4133	0,49	0,26	1,07	0,58	98,93	99,42	0,85	0,45
50	51,7	51,72	49,29	50,32	50,06	48,84	50,90	49,74	3,9045	1,2488	0,81	0,46	1,58	0,92	98,42	99,08	1,40	0,79
55	55,35	56,69	54,7	55,13	55,13	54,8	55,58	55,02	2,0594	0,0726	0,59	0,11	1,05	0,20	98,95	99,80	1,01	0,19

60	60,03	61,31	59,1	61,28	60	59,92	60,15	60,40	2,4625	1,1648	0,64	0,44	1,07	0,73	98,93	99,27	1,11	0,76
65	65,18	66,08	63,92	66,71	65,13	64,79	65,06	65,54	2,3544	2,0995	0,63	0,59	0,96	0,90	99,04	99,10	1,08	1,02
70	71,12	71,06	68,99	70,45	70,17	69,19	70,39	69,94	2,9418	0,8755	0,70	0,38	0,99	0,55	99,01	99,45	1,21	0,66
75	73,16	75,81	75,06	74,7	75,76	75,1	74,68	75,19	3,7317	0,5731	0,79	0,31	1,06	0,41	98,94	99,59	1,37	0,54
80	79	80,16	80,48	79	80,16	80,48	79,88	79,88	1,2128	1,2128	0,45	0,45	0,56	0,56	99,44	99,44	0,78	0,78

Tabel B-2. Perhitungan Ralat Hasil Pengukuran Kapasitansi

kapasitansi (nF)						Rata-rata		Ralat									
Sensor Pengujian ke-						Naik	Turun	$\sum[(x-\bar{x})^2]$		Mutlak		Nisbi		Keseksamaan		Standar Deviasi	
								Naik	Turun								
1	2	3	1	2	3			Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun
0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,91%	100,00%	0,00	0,00
1,14	1,19	1,21	1,19	1,20	1,20	1,18	1,20	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	98,28%	99,71%	0,04	0,01

1,93	1,95	1,94	1,96	1,97	2,01	1,94	1,98	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	99,65%	99,31%	0,01	0,02
2,61	2,63	2,66	2,67	2,83	2,71	2,63	2,73	0,00	0,01	0,01	0,05	0,01	0,02	99,47%	98,25%	0,02	0,08
3,32	3,40	3,36	3,41	3,43	3,47	3,36	3,44	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	99,34%	99,50%	0,04	0,03
4,21	4,25	4,22	4,27	4,27	4,30	4,23	4,28	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	99,70%	99,75%	0,02	0,02
5,11	5,11	5,12	5,11	5,17	5,22	5,12	5,17	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	99,91%	99,44%	0,01	0,05
5,83	5,84	5,84	5,87	5,88	5,93	5,84	5,89	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	99,93%	99,68%	0,01	0,03
6,31	6,34	6,35	6,37	6,38	6,40	6,33	6,38	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	99,83%	99,89%	0,02	0,01
6,77	6,78	6,78	6,81	6,81	6,82	6,78	6,81	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	99,92%	99,94%	0,01	0,01
7,13	7,15	7,14	7,17	7,18	7,18	7,14	7,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,94%	99,98%	0,01	0,00
7,46	7,47	7,47	7,49	7,50	7,50	7,47	7,49	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	99,96%	99,93%	0,01	0,01
7,68	7,68	7,68	7,69	7,70	7,70	7,68	7,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,97%	99,95%	0,00	0,01
7,79	7,80	7,80	7,80	7,81	7,81	7,80	7,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,97%	99,96%	0,00	0,00
7,87	7,88	7,88	7,88	7,89	7,89	7,88	7,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,97%	99,96%	0,00	0,01
7,97	7,95	7,95	7,94	7,95	7,95	7,95	7,95	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	99,88%	99,95%	0,02	0,01
8,00	8,00	8,02	8,00	8,00	8,02	8,01	8,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	99,92%	99,92%	0,01	0,01

LAMPIRAN C PERHITUNGAN KAPASITANSI

$$\text{Kapabilitasansi } (C) = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{R_2}{R_1}} \times [h \times (\epsilon_{\text{air}} - \epsilon_{\text{udara}}) + b \times \epsilon_{\text{udara}}]$$

Dimana :

π	3,14				<i>PI</i>
ϵ_0	$8,854 \times 10^{-12}$	F/m	8,854	pF/m	<i>vakum</i>
(ϵ_r) udara	1,00054				<i>konstanta</i>
(ϵ_r) air	80,1				<i>konstanta pada suhu 20°C</i>
R1	0,955	cm	$\frac{0,0095}{5}$	m	<i>jari2 silinder dalam</i>
R2	1,435	cm	$\frac{0,0143}{5}$	m	<i>jari2 silinder luar</i>
b	82	cm	0,82	m	<i>tinggi silinder</i>

Sehingga, misal perhitungan pada kapasitansi dengan ketinggian 5 cm :

$$C = \frac{2 \times 3,14 \times 8,854}{\ln \frac{0,01435}{0,0095}} \times [0,05 \times (80,1 - 1,00054) + 0,82 \times 1,00054]$$

$$C = \frac{55,60312}{0,4124581436} \times [0,05 \times (79,09946) + 0,8204428]$$

$$C = 134,8091215 \times [3,954973 + 0,8204428]$$

$$C = 643,7696088 \text{ pF}$$

$$C = 0,643 \text{ nF}$$

Perhitungan selengkapnya akan disajikan dalam tabel berikut ini :

h (cm)	h (m)	C (pF)	C (nF)
0	0	112,03	0,11
5	0,05	652,07	0,65
10	0,1	1192,11	1,19
15	0,15	1732,15	1,73
20	0,2	2272,19	2,27
25	0,25	2812,23	2,81
30	0,3	3352,27	3,35
35	0,35	3892,31	3,89
40	0,4	4432,35	4,43
45	0,45	4972,38	4,97
50	0,5	5512,42	5,51
55	0,55	6052,46	6,05
60	0,6	6592,50	6,59
65	0,65	7132,54	7,13
70	0,7	7672,58	7,67
75	0,75	8212,62	8,21
80	0,8	8752,66	8,75

LAMPIRAN D
GAMBAR-GAMBAR PROSES Pengerjaan TUGAS
AKHIR



Gambar D.1 Seperangkat Peralatan yang Digunakan dalam Proses Pengambilan Data



Gambar D.2 Bentuk Fisik Sensor Kapasitif untuk Level Air



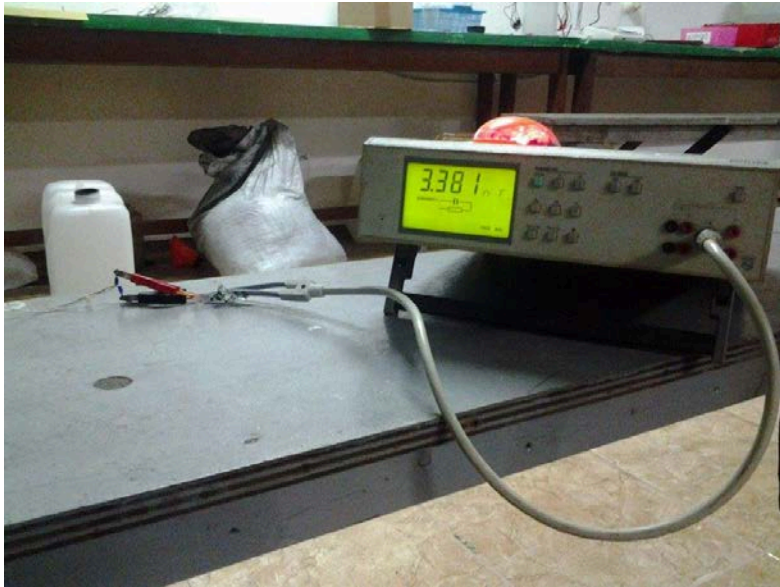
Gambar D.3 Tempat Penampung Air yang terbuat dari Akrilik dan sudah dipasang Kalibrator



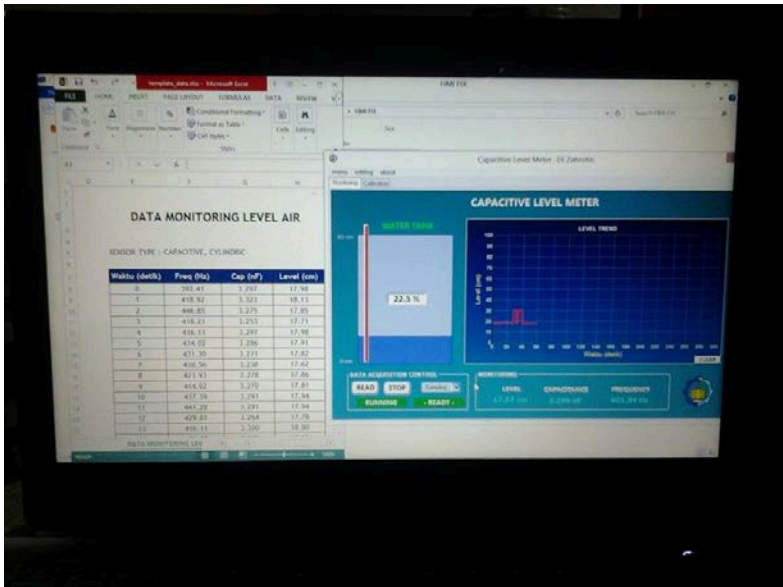
Gambar D.4 Gambar Pengambilan Data saat Pengukuran Kenaikan Level 5 cm



Gambar D.5 Gambar Pengambilan Data Kapasitansi saat Pengukuran Kenaikan Level 20 cm



Gambar D.6 Pembacaan Nilai Kapasitansi yang Ditunjukkan oleh LCR Meter pada Ketinggian Air 20 cm



Gambar D.7 Hasil Monitoring Level Air yang Ditunjukkan oleh Software

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN E PROGRAM MIKROKONTROLLER

Program yang dimasukkan mikrokontroller untuk bisa mengukur level yang di display pada LCD dan juga bisa dilakukan dengan Interface

```
#include <mega8.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <delay.h>
#include <math.h>
#define freq 1
#define cap 2

#define alarm_out PORTC.4
#define pulse PIND.5
#define ok PINC.1
#define up PINC.3
#define quit PINC.2
#define back_light PORTD.2
#define LCD 1
#define PC 2
////////
#define start 1
#define stop 0
#define enable 1
#define disable 0
#define not_send 1
#define all 2
#define raw_only 3

// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>
```

```

typedef unsigned char byte;
/* table for the user defined character
   arrow that points to the top right corner */
flash byte char0[8]={
0b1000000,
0b1110000,
0b1111000,
0b1111110,
0b1111111,
0b1111100,
0b1110000,
0b1000000};

/* function used to define user characters */
void define_char(byte flash *pc,byte char_code)
{
byte i,a;
a=(char_code<<3) | 0x40;
for (i=0; i<8; i++) lcd_write_byte(a++,*pc++);
}

unsigned char buff[32],i;
unsigned int count;
float F,C;
float h,raw; // dalam cm
////////////////////
float
d=0.5,b=82.0,a=5.0,E0=0.08854,Eair=80.1,Eudara=1.00054,R1=
0.955,R2=1.435;
// d,b,a dalam cm
// E0 dalam pF/cm
// R1 jari jari dalam, cm
// R2 jari jari luar, cm

```

```

////////////////////////////////////menu////////////////////////////////////
unsigned char lcd_first=2,lcd_sec=3,disp,n;
float measure[5],actual[5],offset[4],slope[4];
////////////////////////////////////variable
interface////////////////////////////////////
unsigned char command,send=not_send;
unsigned int disp_count=0;
bit alarm=disable,raw_flag=0,lcd_flag=0;
float low_limit,high_limit;

eeprom unsigned char e_disp=0;
eeprom unsigned char e_lcd_first=2;
eeprom unsigned char e_lcd_sec=3;
eeprom float e_measure[5]={0.0,0.0,0.0,0.0,0.0};
eeprom float e_actual[5]={0.0,0.0,0.0,0.0,0.0};
eeprom float e_offset[4]={0.0,0.0,0.0,0.0};
eeprom float e_slope[4]={0.0,0.0,0.0,0.0};
eeprom float e_low_limit=0.0;
eeprom float e_high_limit=0.0;
eeprom unsigned char e_alarm=disable;
////////////////////////////////////

float hitung_FandC(unsigned char data);
float hitung_level(float C);
float C_avarage();
float kalibrasi_level(float data);
void baca_variable();
void define_data();
void LCD_tampil(unsigned char first,unsigned char second);
void mengukur();

// Timer1 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)

```

```

{
// Place your code here
}

#define ADC_VREF_TYPE 0x00

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
delay_us(10);
// Start the AD conversion
ADCSRA|=0x40;
// Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCW;
}

#include "RECEIVE.c"
//#include "MENU.c"

void main(void)
{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;

```

```
// Port C initialization
// Func6=In Func5=In Func4=Out Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In
// State6=T State5=T State4=1 State3=P State2=P State1=P
State0=T
PORTC=0x1E;
DDRC=0x10;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTD=0x24;
DDRD=0x04;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 250.000 kHz
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: On
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
```

```
TCCR1A=0x00;  
TCCR1B=0x00;  
TCNT1H=0x00;  
TCNT1L=0x00;  
ICR1H=0x00;  
ICR1L=0x00;  
OCR1AH=0x00;  
OCR1AL=0x00;  
OCR1BH=0x00;  
OCR1BL=0x00;
```

```
ASSR=0x00;  
TCCR2=0x00;  
TCNT2=0x00;  
OCR2=0x00;
```

```
// External Interrupt(s) initialization  
// INT0: On  
// INT1: Off  
MCUCR=0x00;
```

```
// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization  
TIMSK=0x04;
```

```
// USART initialization  
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity  
// USART Receiver: On  
// USART Transmitter: On  
// USART Mode: Asynchronous  
// USART Baud Rate: 9600  
UCSRA=0x00;  
UCSRB=0x98;  
UCSRC=0x86;  
UBRRH=0x00;
```

```
UBRR1=0x67;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 1000.000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

lcd_init(16);
define_char(char0,0);
baca_variable();
// Global enable interrupts
#asm("sei")
//lcd_gotoxy(0,0);
//lcd_putsf("hallow");
for (i=0;i<13;i++)
{
    back_light=~back_light;
    delay_ms(50);
}
lcd_first=1; lcd_sec=2;
```

```

while (1)
{
    //disp_count++;
    if (lcd_flag==1)
    { lcd_flag=0;
      LCD_tampil(lcd_first,lcd_sec);
    }

    if (send==all)
    {
        raw_flag=0;
        printf("10A%0.2fB%0.3fC%0.2fD",F*1000,C,h);
        send=not_send;
    }
    else if (send==raw_only)
    {
        raw_flag=1;
        printf("10A%0.2fB%0.3fC%0.2fD",F*1000,C,raw);
        send=not_send;
    }
}
}

```

```
float hitung_FandC(unsigned char data)
```

```

{
    float F,C;
    while (pulse==1);
    while (pulse==0);
    ////////////timer 1 mulai jalan//////////
    TCCR1A=0x00;
    TCCR1B=0x03;
    TCNT1=0x00;

    while (pulse==1);
    while (pulse==0);
}

```



```

//////////timer 1 stop //////////
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
count=TCNT1;
F=(float)250/count; // khz
F=(float)0.992*F; // KALIBRASI FREKUENSI
C=(float)1.49/(1.001*F); // dalam nano Farad
C=(float)(0.942*C)-0.014; // KALIBRASI C
if (C<0.0) C=0.0;
if (data==freq) return F;
else if (data==cap) return C;
}

float hitung_level(float C)
{
float h;
C=C*1000; // pF
//h=(float) (((C*d)/(a*E0))-(Eudara*b))/(Eair-Eudara)); // plat
sejajar
h=(float) (((C*log((float)(R2/R1)))/(6.28*E0))-
(Eudara*b))/(Eair-Eudara)); // silinder
return h;
}

float C_avarage()
{
unsigned int i;
float C,tmp;
for (i=0;i<5;i++)
{
tmp=hitung_FandC(cap);
C=C+tmp;
//delay_ms(DELAY);
}
C=(float)C/5.0;
}

```

```

return C;
}

```

```

float kalibrasi_level(float data)    /// five points calibration
(interpolasi)
{float h;
/*if (data<=measure[1]) h=(float)((slope[0]*data)+offset[0]);
else if (data<=measure[2]) h=(float)((slope[1]*data)+offset[1]);
else if (data<=measure[3]) h=(float)((slope[2]*data)+offset[2]);
else if (data<=measure[4]) h=(float)((slope[3]*data)+offset[3]);*/
h=(float)((0.646*data)-1.074); // dari kalibrasi manual
if (h<0) h=0;
return h;
}

```

```

void baca_variable()
{
unsigned char i=0;
for (i=0;i<5;i++)
{
measure[i]=e_measure[i];
actual[i]=e_actual[i];
}
for (i=0;i<4;i++)
{
offset[i]=e_offset[i];
slope[i]=e_slope[i];
}
lcd_first=e_lcd_first;
lcd_sec=e_lcd_sec;
disp=e_disp;
low_limit=e_low_limit;
high_limit=e_high_limit;
}

```

```
alarm=e_alarm;  
}
```

```
//////////////////////////////////define data//////////////////////////////////
```

```
void define_data()  
{  
  command=atoi(str_1);  
  if (command==10) { mengukur(); lcd_flag=1; send=all;}  
  else if (command==11) { mengukur(); lcd_flag=1;  
send=raw_only;}  
  else if (command==12)  
  {  
    slope[0]=atof(str_2);  
    e_slope[0]=slope[0];  
  }  
  
  else if (command==13)  
  {  
    slope[1]=atof(str_2);  
    e_slope[1]=slope[1];  
  }  
  
  else if (command==14)  
  {  
    slope[2]=atof(str_2);  
    e_slope[2]=slope[2];  
  }  
  
  else if (command==15)  
  {  
    slope[3]=atof(str_2);  
    e_slope[3]=slope[3];  
  }  
}
```

```
else if (command==16)
{
  offset[0]=atof(str_2);
  e_offset[0]=offset[0];
}
```

```
else if (command==17)
{
  offset[1]=atof(str_2);
  e_offset[1]=offset[1];
}
```

```
else if (command==18)
{
  offset[2]=atof(str_2);
  e_offset[2]=offset[2];
}
```

```
else if (command==19)
{
  offset[3]=atof(str_2);
  e_offset[3]=offset[3];
}
```

```
else if (command==20)
{
  measure[0]=atof(str_2);
  e_measure[0]=measure[0];
}
```

```
else if (command==21)
{
  measure[1]=atof(str_2);
  e_measure[1]=measure[1];
}
```

```
else if (command==22)
{
measure[2]=atof(str_2);
e_measure[2]=measure[2];
}

else if (command==23)
{
measure[3]=atof(str_2);
e_measure[3]=measure[3];
}

else if (command==24)
{
measure[4]=atof(str_2);
e_measure[4]=measure[4];
}

else if (command==20)
{
if(atoi(str_2)==10) {alarm=enable; e_alarm=enable;}
else if(atoi(str_2)==11) {alarm=disable; e_alarm=disable;}
}

else if (command==26)
{
low_limit=atof(str_2);
e_low_limit=low_limit;
}

else if (command==27)
{
high_limit=atof(str_2);
e_high_limit=high_limit;
```

```

}

else if(command==28)
{
if (atoi(str_2)==10) lcd_first=1;
else if (atoi(str_2)==11) lcd_first=2;
else if (atoi(str_2)==12) lcd_first=3;
e_lcd_first=lcd_first;
}

else if(command==29)
{
if (atoi(str_2)==10) lcd_sec=1;
else if (atoi(str_2)==11) lcd_sec=2;
else if (atoi(str_2)==12) lcd_sec=3;
e_lcd_sec=lcd_sec;
}
}

void mengukur()
{
F=hitung_FandC(freq);
//C=hitung_FandC(cap);
C=C_avarage();
raw=hitung_level(C);
h=kalibrasi_level(raw);
}

void LCD_tampil(unsigned char first,unsigned char second)
{
lcd_gotoxy(0,0);
if (first==1)
{
sprintf(buff,"F : %0.1f Hz ",F*1000);
lcd_puts(buff);
}
}

```

```
else if (first==2)
{
    sprintf(buff,"C : %0.2f nF ",C);
    lcd_puts(buff);
}
else if (first==3)
{
    if (raw_flag==1) sprintf(buff,"h : %0.2f cm ",raw);
    else             sprintf(buff,"h : %0.2f cm ",h);
    lcd_puts(buff);
}

lcd_gotoxy(0,1);
if (second==1)
{
    sprintf(buff,"F : %0.1f Hz ",F*1000);
    lcd_puts(buff);
}
else if (second==2)
{
    sprintf(buff,"C : %0.2f nF ",C);
    lcd_puts(buff);
}
else if (second==3)
{
    if (raw_flag==1) sprintf(buff,"h : %0.2f cm ",raw);
    else             sprintf(buff,"h : %0.2f cm ",h);
    lcd_puts(buff);
}
}
```

“Halaman ini sengaja dikosongkan”