

**RANCANG BANGUN *AUTOMATIC RAIN GAUGE*
MENGUNAKAN SENSOR KAPASITIF**

TUGAS AKHIR

oleh :
Misbachul Munir
0410930031



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009**

**RANCANG BANGUN *AUTOMATIC RAIN GAUGE*
MENGUNAKAN SENSOR KAPASITIF**

TUGAS AKHIR

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

oleh :
Misbachul Munir
0410930031



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN *AUTOMATIC RAIN GAUGE*
MENGUNAKAN SENSOR KAPASITIF**

Oleh :

**MISBACHUL MUNIR
0410930031**

Telah dipertahankan di depan Majelis

Pada tanggal

dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

Pembimbing I

Pembimbing II

DR. Eng. Didik R. Santoso, M.Si
NIP. 196906101994021001

Drs. Adi Susilo, M.Si, Ph.D
NIP. 196312271991031002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Drs. Adi Susilo, M.Si, Ph.D
NIP. 196312271991031002

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Misbachul Munir
NIM : 0410930031
Jurusan : Fisika
Judul Skripsi :

RANCANG BANGUN *AUTOMATIC RAIN GAUGE* MENGUNAKAN SENSOR KAPASITIF

Dengan Ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri, dan bukan hasil jiplakan dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka Skripsi ini, semata-mata digunakan sebagai acuan atau referensi.
2. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, November 2009
Yang menyatakan,

(Misbachul Munir)
NIM. 0410930031

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



RANCANG BANGUN *AUTOMATIC RAIN GAUGE* MENGUNAKAN SENSOR KAPASITIF

ABSTRAK

Rancang bangun *Automatic Rain Gauge* (ARG) dibuat untuk pengukuran curah hujan di daerah terpencil, seperti di daerah pegunungan. ARG ini meliputi tiga tahapan perancangan, yaitu pembuatan mekanik, elektronik dan program. Perancangan mekanik meliputi tabung besar dan kecil. Perancangan elektronika meliputi sensor kapasitif, pengondisi signal dan rangkaian mikrokontroler ATmega 8. Perancangan program menggunakan Bahasa Delphi dan C.

Sensor kapasitif berfungsi mengukur perubahan level air hujan. Sensor kapasitif ini dapat diset dalam ukuran milimeter ataupun sentimeter. Sensor kapasitif ini dilengkapi dengan pengondisi signal. Pengondisi signal berfungsi untuk merubah nilai analog ke digital.

Dari Rancangan bangun *Automatic Rain Gauge* (ARG), dihasilkan ARG menggunakan sensor kapasitif dan PC. PC ini dilengkapi Software Delphi yang memudahkan dalam pengolahan data.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



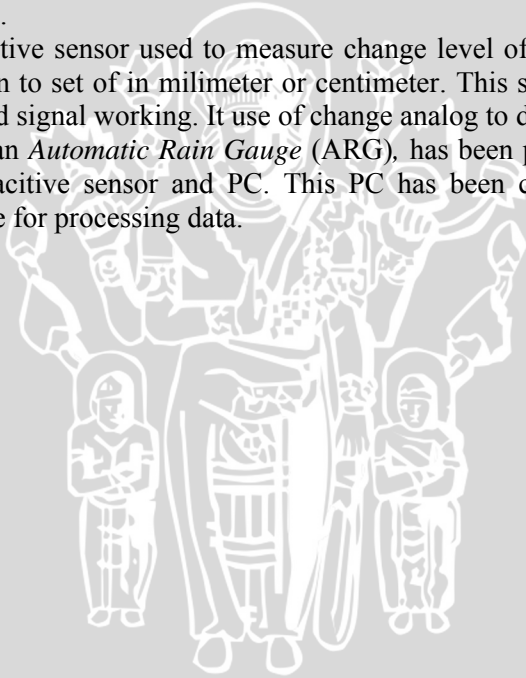
ENGINEERING OF *AUTOMATIC RAIN GAUGE* USE CAPASITIVE SENSOR

ABSTRACT

An *Automatic Rain Gauge* (ARG) has been made to measure rain fall in a remote area; for example in a mountain. This ARG include three step, that is making of design mechanics, electronics, and programme. Design mechanics include big and small tubes. Design electronics include capacitive sensor, signal working and circuit *microcontroller* Atmega 8 .design programme use of delphi and c language.

Capacitive sensor used to measure change level of rain fall. This sensor can to set of in milimeter or centimeter. This sensor has been completed signal working. It use of change analog to digital.

From an *Automatic Rain Gauge* (ARG), has been produced ARG use capacitive sensor and PC. This PC has been completed delphi software for processing data.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



KATA PENGANTAR

Berkat rahmat Alloh Yang Maha Kuasa, puji dan syukur penulis panjatkan pada-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir berjudul ” Rancang Bangun Automatik Rain Gauge Menggunakan Sensor Kapasitif ”. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains dalam bidang Fisika di Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.

Penulis banyak mendapat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis ucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis (Pak Nachrowi dan Ibunda Maslikah), yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan moril maupun materiil. Tanpa dukungan dan restu beliau berdua, penulis bukanlah siapa-siapa.
2. Drs. Adi Susilo, M.Si, Ph.D sebagai Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.
3. Dr. Eng. Didik R Santoso, M.Si sebagai pembimbing I atas segala bentuk bimbingan dan masukan yang beliau berikan kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir.
4. Drs. Adi Susilo, M.Si, Ph.D, sebagai pembimbing II atas segala bentuk bimbingan dan ilmu yang beliau berikan kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir.
5. Bapak Ibu dosen staf pengajar, Laboran, dan Karyawan jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.
6. Kakak-kakak dan adik-adikku yang selalu mendukung dan mendoakan.
7. Teman-teman jurusan FISIKA Angkatan 2004 (Generasi Penuh Inspirasi dan kompak).
8. Semua pihak yang telah mendukung dan membantu baik langsung maupun tidak langsung.

Akhir kata penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala bentuk kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini.

Malang, November 2009

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	1
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Pengertian Curah Hujan.....	3
2.2. Prinsip Kerja Alat Pengukur Curah Hujan.....	4
2.3. Pengertian Sensitivitas.....	5
2.4. Sensor Kapasitif.....	5
2.5. Mikrokontroler ATmega 8.....	11
2.5.1. ADC.....	12
2.5.2. Komunikasi Serial USART.....	15
2.6. Port Serial Komputer.....	18
2.7. Penguat Operasional (<i>op amp</i>).....	19
2.7.1. Penguat dengan Pembalikan (<i>inverting amplifier</i>).....	20
2.7.2. Penguat non pembalikan (<i>non inverting amplifier</i>).....	20
2.8. Charge Amplifier.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2. Tahapan Pengerjaan.....	23
3.3. Perancangan.....	23
3.3.1. Pembuatan sensor kapasitif.....	23

3.3.2.	Perancangan charge amplifier	24
3.3.3.	Perancangan rangkaian penyearah AC ke DC	24
3.3.4.	Mikrokontroller ATmega 8	25
3.3.5.	Perancangan Protokol Komunikasi	29
3.4.	Pengujian Alat	30
3.4.1.	Pengujian Sensor Kapasitif	30
3.4.2.	Pengujian rangkaian <i>charge amplifier</i>	30
3.4.3.	Pengujian rangkaian total	30
3.4.4.	Tahap eksperimen pengukuran level air dengan sensor kapasitif	31
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1.	Hasil Design Mekanik	33
4.1.1.	Tabung besar	33
4.1.2.	Tabung kecil	33
4.2.	Hasil Pengujian Perangkat Elektronik	34
4.2.1.	Pengujian sensor kapasitif	34
4.2.2.	Pengujian <i>charge amplifier</i>	34
4.2.3.	Pengujian rangkaian total	35
4.2.4.	Pengujian ADC Mikrokontroller ATmega 8	35
4.2.5.	Pengujian <i>software</i>	36
4.3.	Analisa Grafik	39
4.3.1.	Tegangan keluaran sensor kapasitif terhadap perubahan level air Aquades	39
4.3.2.	Tegangan keluaran sensor kapasitif terhadap perubahan level air kran	40
4.3.3.	Tegangan keluaran sensor kapasitif terhadap perubahan level asam cuka 2,5 %	41
4.4.	Pembahasan	41
BAB V	PENUTUP	43
5.1.	Kesimpulan	43
5.2.	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alat Pengukur Curah Hujan	5
Gambar 2.2 Dua muatan yang berlawanan arah.....	6
Gambar 2.3 Kapasitor Plat Sejajar	7
Gambar 2.4 Plat Multiple	10
Gambar 2.5 Skematik banyak plat	10
Gambar 2.6 Sensor Kapasitif.....	11
Gambar 2.7 Mikrokontroler AT Mega8 (Anonimous, 2008d).....	12
Gambar 2.8 Register ADMUX.....	13
Gambar 2.9 Register ADCSRA.....	14
Gambar 2.10 Register ADCW.....	15
Gambar 2.11 Register UBRR	15
Gambar 2.12 Register UCSRB.....	16
Gambar 2.13 Register UCSRC.....	17
Gambar 2.14 Pin DB9. (a) keterangan Pin; (b) DB9 Male; (c) DB9 Female	19
Gambar 2.15 Penguat Pembalik (<i>inverting</i>).....	20
Gambar 2.16 Penguat tak Pembalik (<i>non inverting</i>).....	20
Gambar 2.17 Rangkaian <i>Charge Amplifier</i>	21
Gambar 3.1 Perancangan Perangkat Keras	23
Gambar 3.2 Perancangan sensor kapasitif.....	24
Gambar 3.3 Blok diagram <i>charge amplifier</i>	24
Gambar 3.4 Rangkaian penyearah AC ke DC.....	25
Gambar 3.5 Rangkaian Mikrokontroler ATmega8	26
Gambar 3.6 Prosedur Inisialisasi.....	27
Gambar 3.7 Prosedur Konversi ADC.....	28
Gambar 3.8 Prosedur Pengiriman Data	29
Gambar 3.9 Pengujian nilai kapasitansi sensor kapasitif	30
Gambar 3.10 Bagan pengukuran level air.....	31
Gambar 4.1 Tabung besar	33
Gambar 4.2 Tabung kecil	33
Gambar 4.3 Bentuk sinyal keluaran gelombang sinusoidal	35
Gambar 4.4 Hasil Rancangan Monitoring curah hujan	36
Gambar 4.5 Tampilan Software Delphi7.....	38
Gambar 4.6 Grafik hubungan tegangan keluaran sensor kapasitif terhadap perubahan level Aquades.....	39

Gambar 4.7 Grafik hubungan tegangan keluaran sensor kapasitif terhadap perubahan level air kran..... 40

Gambar 4.8 Grafik hubungan tegangan keluaran sensor kapasitif terhadap perubahan level air cuka 2,5 %..... 41

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Sourcode Program Delphi	47
LAMPIRAN 2. Foto Studi di BMKG Karang Ploso, Malang.....	59
LAMPIRAN 3. Perangkat Elektronik	61

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh Konstanta Dielektrik suatu bahan	8
Tabel 2.2 Bit Konfigurasi Tegangan Referensi	13
Tabel 2.3 Pemilihan Channel ADC	13
Tabel 2.4 Bit Konfigurasi Pemilihan <i>Clock</i> ADC	14
Tabel 2.5 Rumus Perhitungan UBRR.....	16
Tabel 2.6 Penentuan Ukuran Karakter.....	17
Tabel 2.7 Penentuan Mode Paritas	18
Tabel 4.1 Hasil Monitoring tegangan keluaran pada air Kran, Aquades dan Larutan asam 2,5 %.....	37



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dampak pemanasan global berpengaruh terhadap perubahan cuaca dan iklim di Indonesia. Salah satu perubahan itu adalah terjadinya pergeseran musim hujan. Musim hujan yang seharusnya terjadi bulan Agustus sampai Desember, bergeser menjadi tidak menentu. Akibatnya, terjadi perbedaan intensitas curah hujan antar suatu daerah di Indonesia. Salah satu contohnya perbedaan curah hujan antar desa di Malang.

Alat pengukur banyaknya curah hujan disebut *Rain Gauge (RG)*. Salah satu tipe RG di BMKG Karang Ploso, Malang, adalah *Hilmen*. RG ini memiliki tiga komponen penting yaitu kertas milimeter, *pias* dan tabung. *RG* ini bekerja secara manual, semuanya menggunakan tenaga manusia dalam pencatatan data curah hujan.

Salah satu komponen *RG* adalah *pias*. *Pias* ini membutuhkan tinta sebagai isi dari *pias*. *Pias* ini berfungsi sebagai pena saat pencatatan data curah hujan di kertas milimeter. Tinta ini didapatkan dari luar negeri dengan harga yang mahal. Selain itu, tinta ini memiliki ketahanan terhadap kondisi yang lembab atau tidak luntur saat digunakan untuk mencatat data curah hujan di kertas milimeter. Untuk mengantisipasi harga tinta yang mahal maka pihak BMKG, Karang Ploso, Malang menggunakan tinta buatan dalam negeri dengan kualitas di bawah produk luar negeri. Akibatnya, tinta ini luntur saat dipergunakan untuk mencatat data di kertas milimeter pada kondisi yang lembab.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang *Rain Gauge* dengan sensor kapasitif yang murah beserta pengkondisi sinyalnya, sehingga dapat digunakan untuk mengukur level air hujan dengan keluaran berupa tegangan?
2. Bagaimana merancang software interface (antar muka) untuk pencatatan curah hujan melalui PC?

1.3. Batasan Masalah

Dalam perencanaan rancang bangun *Automatic Rain Gauge* (ARG) perlu dilakukan pembatasan masalah. Pembatasan masalah yang diajukan dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Pembuatan alat yang mampu menampung air sebanyak 2 liter
2. Pembuatan rangkaian yang dapat menggabungkan sensor level (sensor kapasitif) dengan Mikrokontroler.
3. Sistem mekanik yang digunakan dalam proses pengambilan data informasi digital dari besaran fisik alam tidak dibahas secara mendetail.
4. Pengontrolan sensor-sensor menggunakan Mikrokontroler AVR Atmega 8
5. Tidak membahas LCD sebagai penampil dalam pengujian alat.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah merancang *Automatic Rain Gauge* (alat pengukur curah hujan) dengan menggunakan sensor kapasitif yang murah dan efisien dengan sensitivitas tinggi.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dihasilkan alat monitoring yang berbasis sensor untuk pengukuran curah hujan sehingga memudahkan dalam pemantauan di lapangan.
2. Biaya operasional lebih murah jika dibandingkan dengan pengamatan langsung dan tingkat keamanan lebih terjamin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan satu millimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat datar tertampung air setinggi satu millimeter atau tertampung air sebanyak satu liter (BMG, 2007:22).

Curah hujan yang jatuh di wilayah Indonesia dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

- 1) Bentuk medan atau topografi;
- 2) Arah lereng medan;
- 3) Arah angin yang sejajar dengan garis pantai
- 4) Jarak perjalanan angin di atas medan datar.

Berdasarkan butiran yang dicurahkan dan asal terjadinya, hujan dapat digolongkan menjadi 2 macam, yaitu:

- 1) Berdasarkan butiran-butiran yang dicurahkan, hujan dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu:
 - a. Hujan gerimis atau drizzle. Hujan ini mempunyai diameter butiran-butiran kurang dari 0,5 mm.
 - b. Hujan salju atau snow. Hujan salju terdiri dari kristal-kristal es yang temperaturnya berada di bawah titik beku.
 - c. Hujan batu es. Hujan ini berbentuk curahan es yang turun di dalam cuaca panas dari awan yang temperaturnya di bawah titik beku.
 - d. Hujan deras atau rain, yaitu curahan air yang turun dari awan yang temperaturnya di atas titik beku dan butirannya sebesar 7 mm.
- 2) Berdasarkan asal terjadinya, hujan dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu:
 - a. Hujan front, yaitu terjadi karena pertemuan dua jenis udara yang berbeda temperatur, yakni udara panas/lembab dengan udara dingin sehingga berkondensasi dan turun hujan.
 - b. Hujan konveksi atau hujan zenith, yaitu terjadi karena arus konveksi yang menyebabkan uap air di khatulistiwa naik secara

vertikal, karena pemanasan air laut terus menerus lalu mengalami kondensasi dan turun sebagai hujan.

- c. Hujan orografi atau hujan gunung, yaitu terjadi dari udara yang mengandung uap air dipaksa oleh angin mendaki lereng pegunungan berkondensasi dan turun sebagai hujan.
- d. Hujan buatan, yaitu dibuat dengan cara menggunakan garam-garaman untuk merangsang awan hingga uap air di udara dengan ketinggian 3000 kaki lebih cepat berkondensasi menjadi air dan turun sebagai hujan.

2.2. Prinsip Kerja Alat Pengukur Curah Hujan

Alat pengukur curah hujan disebut *rain gauge* (RG). Salah satu jenis RG di BMKG, Karang Ploso Malang adalah Hilmen. Prinsip kerja alat ini adalah menggunakan prinsip leher angsa. Yaitu, pada saat turun hujan, alat ini akan menampung air hujan. Kemudian, air yang tertampung diteruskan menuju tabung kecil yang bentuknya mirip leher angsa. Di dalam tabung kecil ini terdapat pelampung yang terhubung dengan *pias*. Pias ini akan selalu bergerak setiap ada air yang masuk ke tabung ini. Pergerakan pias akan menuliskan data curah hujan pada kertas grafik. Tabung ini akan membuang air jika sudah mencapai batasan yang telah ditentukan melalui pipa kecil yang ada di tabung ini.

Kertas grafik ini berfungsi menunjukkan seberapa lama intensitas dan besar curah hujan yang terjadi pada saat itu. Setelah data tertulis di dalam grafik, maka data ini akan diambil oleh petugas untuk kemudian dikalkulasi untuk jangka waktu satu minggu guna mengetahui berapa besar curah hujan di daerah tersebut. Satuan untuk curah hujan adalah milimeter (mm) persatuan waktu.

Alat pengukur curah hujan manual datanya akan diambil secara berkala tiap hari. Kemudian, data itu akan dikalkulasikan perminggunya guna dicatat dalam suatu buku besar. Setelah itu, data ini akan dicari rata-ratanya dalam satu bulan. Berikut adalah gambar alat pengukur curah hujan yang manual.



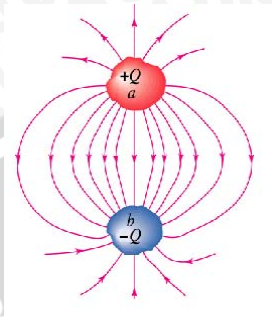
Gambar 2.1 Alat Pengukur Curah Hujan
Sumber : Badan Meteorologi Geofisika Malang

2.3. Pengertian Sensitivitas

Dalam memilih peralatan sensor dan transduser yang tepat dan sesuai dengan sistem yang akan disensor, maka perlu diperhatikan persyaratan umum sensor. Salah satu syarat itu adalah Sensitivitas. Sensitivitas berfungsi menunjukkan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur. Sensitivitas dinyatakan dengan bilangan yang menunjukkan "perubahan keluaran dibandingkan unit perubahan masukan". Beberapa sensor panas dapat memiliki kepekaan yang dinyatakan dengan "satu volt per derajat", yang berarti *perubahan* satu derajat pada masukan akan menghasilkan *perubahan* satu volt pada keluarannya. Sensor panas lainnya dapat juga memiliki kepekaan "dua volt per derajat", yang berarti memiliki kepekaan dua kali dari sensor yang pertama (Anonymous, 2008a).

2.4. Sensor Kapasitif

Konsep dari kapasitansi adalah adanya dua buah penghantar terisolasi, yang berbentuk sebarang yang disebut plat, diasumsikan bahwa kedua plat tersebut benar-benar terisolasi dari lingkungan sekitar dan mereka mengangkut muatan-muatan yang sama besar dan berlawanan dan ditandai dengan simbol $+q$ dan $-q$. Semua garis gaya yang berasal dari penghantar bermuatan $+q$ akan berakhir di penghantar bermuatan $+q$ (Halliday dan Resnick, 2001).



Gambar 2.2 Dua muatan yang berlawanan arah
(Anonimous, 2008a)

Untuk memberikan muatan yang besarnya sama namun tandanya berlawanan adalah dengan menghubungkan sementara penghantar-penghantar tersebut ke kutub yang berlawanan pada sebuah sumber tegangan. Secara otomatis akan muncul kutub muatan-muatan yang besarnya sama tetapi berlawanan tanda (Halliday dan Resnick, 2001).

Ketika dua buah penghantar tersebut diberi muatan sebesar Q dengan sumber tegangan E maka potensial di antara plat akan naik dari 0 menjadi V . Dari sini dapat dikatakan bahwa Q adalah jumlah muatan yang dapat disimpan oleh penghantar pada potensial V . Keadaan fisis tersebut dinamakan kapasitansi (Duffin, 2000).

Jadi kapasitansi dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara muatan Q dan tegangan V pada dua buah penghantar terisolasi yang dihubungkan dengan sumber tegangan E . Jika kapasitansinya besar, maka dibutuhkan lebih banyak muatan untuk beda potensial yang ditentukan. Secara singkat kapasitansi dapat juga didefinisikan kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. Dari postulat Michael Faraday dapat dijelaskan bahwa sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 volt dapat memuat elektron sebanyak 1 coulomb , secara matematis dapat dirumuskan :

$$Q = CV \quad (2.1)$$

Keterangan :

Q = muatan elektron dalam *coulomb*

C = nilai kapasitansi dalam *farad*

V = besar tegangan dalam *volt*

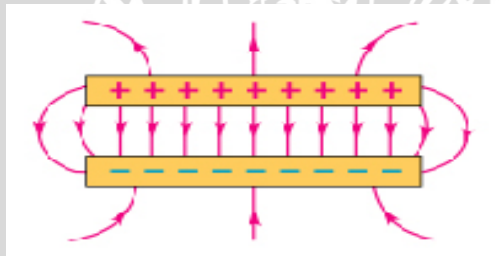
Untuk kapasitor yang berbentuk dua plat sejajar, maka nilai kapasitansinya dirumuskan dengan,

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (2.2)$$

Persamaan 2.2 hanya berlaku untuk kapasitor yang menggunakan bahan dielektrik berupa ruang vakum, sedangkan untuk kapasitor yang menggunakan dielektrik suatu bahan tertentu, nilai kapasitansinya dapat ditentukan dengan rumusan :

$$C = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 A}{d} \quad (2.3)$$

Dimana ϵ_r adalah konstanta dielektrik (Duffin, 1990).



Gambar 2.3 Kapasitor Plat Sejajar
(Anonimous, 2008b)

Dari persamaan 2.3 dapat dilihat bahwa kapasitansi meningkat dengan semakin luasnya plat konduktor atau dengan semakin berkurangnya jarak antara dua plat selain itu kapasitansi akan bertambah nilainya jika digunakan dielektrik dengan konstanta dielektrik besar. Tabel 2.1 adalah contoh nilai konstanta suatu bahan dielektrik yang disederhanakan :

Tabel 2.1 Contoh Konstanta Dielektrik suatu bahan

Bahan	Konstanta Dielektrik
Udara	1,00054
Polietilena	2,25
Kertas	3,5
PTFE (Teflon(TM))	2,1
Polistirena	2,4-2,7
Kaca <i>pyrex</i>	4,7
Karet	7
Silikon	11,68
Metanol	30
Beton	4,5
Air (20°C)	80,10
Barium titanat	1200

Pada suatu alat ukur kapasitif setidaknya dibutuhkan dua komponen utama :

- Sebuah probe yang menggunakan perubahan kapasitansi untuk menentukan perubahan jarak dengan target.
- Driver elektronik berfungsi untuk mengkonversi perubahan parameter fisis (kapasitansi) menjadi parameter listrik (perubahan tegangan) (Anonymous, 2008b).

Sensor kapasitif biasanya digunakan untuk mengukur perpindahan dengan salah satu atau dua cara sekaligus, yaitu mengubah jarak antara dua plat konduktor atau dengan mengubah *overlapping* area (daerah yang berlawanan) dari dua plat tersebut (Dally et al, 1993).

Jika jarak antara dua plat konduktor diubah sebesar Δd , maka nilai kapasitansinya dapat dituliskan secara matematis :

$$C + \Delta C = \frac{\epsilon \epsilon_0 A}{d + \Delta d} \quad (2.4)$$

dapat ditulis juga :

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\Delta d/d}{1 + \Delta d/d} \quad (2.5)$$

Persamaan 2.5 mengindikasikan bahwa respon dari sensor kapasitif tidak linear karena adanya Δd sebagai penyebut. Untuk mengatasi output yang nonlinear dari sensor ini, maka diukur juga perubahan impedansi kapasitor (Dally et al, 1993).

Persamaan impedansi dari suatu kapasitor dapat dinyatakan :

$$Z_c = -\frac{j}{\omega C} \quad (2.6)$$

Jika perubahan kapasitansinya ΔC maka :

$$Z_c + \Delta Z_c = -\frac{j}{\omega} \left[\frac{1}{C + \Delta C} \right] \quad (2.7)$$

dengan mensubstitusi persamaan 2.6. ke dalam persamaan 2.7. maka diperoleh :

$$\frac{\Delta Z_c}{Z_c} = -\frac{\Delta C / C}{1 + \Delta C / C} \quad (2.8)$$

dan dengan mensubstitusi persamaan 2.5 kedalam persamaan 2.8. didapatkan rumus :

$$\frac{\Delta Z_c}{Z_c} = \frac{\Delta d}{d} \quad (2.9)$$

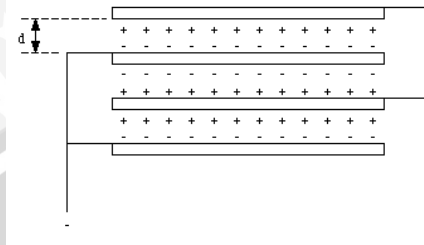
Dari persamaan 2.9. dapat diketahui bahwa Z_c adalah linear terhadap d . Pengukuran ΔZ_c dapat digunakan untuk susunan plat yang sederhana (target sebagai ground dan probe sebagai terminal positif) dalam mengukur perubahan posisi Δd . (Dally et al, 1993).

Jika ada *guard ring* mengelilingi *head* sensor maka batas kelinierannya akan meningkat sampai $d = D/2$, sedangkan sensitivitasnya kapasitansi dari probe adalah :

$$S = \frac{\Delta Z_c}{\Delta d} = \left| \frac{Z_c}{d} \right| = \left| \frac{1}{\omega C d} \right| = \left| \frac{1}{\omega k A} \right| \quad (2.10.)$$

Sensitivitas dapat ditingkatkan dengan mengurangi luas daerah A , namun demikian dibatasi oleh jangkauan linearitas sampai $D/2$ (Dally et al, 1993).

Jika digunakan banyak plat seperti Gambar 2.4, maka prinsipnya adalah:

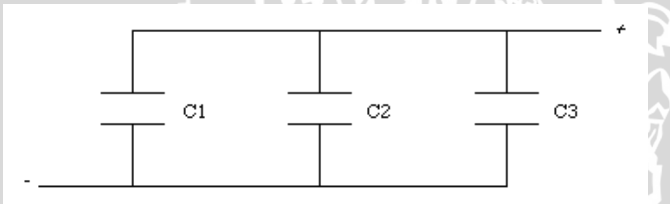


Gambar 2.4 Plat Multiple

Dengan menentukan nilai kapasitansi untuk masing-masing plat yaitu:

$$C = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot \epsilon_0 A}{d} \quad (2.11)$$

Gambar 2.4 dapat disusun ekivalen rangkaian skematik seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.5 Skematik banyak plat

Sedangkan nilai total kapasitansi adalah:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot \epsilon_0 A \cdot 3}{d} \quad (2.12)$$

Atau dapat dirumuskan:

$$C = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot \epsilon_0 A (n-1)}{d} \quad (2.13)$$



Gambar 2.6 Sensor Kapasitif

Sensor kapasitif biasanya digunakan untuk mengukur perubahan objek yang bersifat konduktif, namun dapat juga digunakan untuk mengukur objek yang tidak konduktif. Bahan-bahan nonkonduktif seperti plastik memiliki konstanta dielektrik yang berbeda dengan udara. Konstanta dielektrik akan ikut mempengaruhi berapa nilai kapasitansi dari suatu alat ukur kapasitif. Bila diletakkan bahan nonkonduktif diantara probe dan bahan konduktif yang diketahui, maka dapat ditentukan posisi, ketebalan, dan kerapatan dari bahan nonkonduktif tersebut (Anonymous, 2008b).

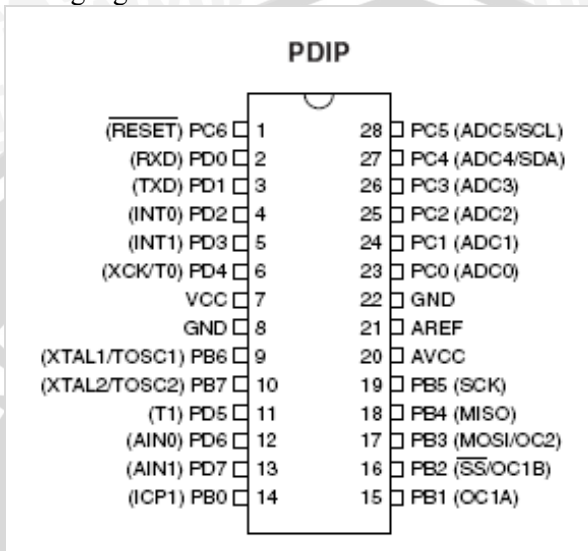
Jika bahan mempunyai konstanta dielektrik yang besar dan digunakan sensor yang besar, digunakan metode yang dinamakan *fringing*. Jika tidak ada plat konduktif dibelakang dielektrik, medan listrik dari sensor akan kembali ke kulit probe, dan disebut medan *fringe*. Jika bahan nonkonduktif mendekati probe, maka dielektrik akan mengubah medan *fringe* dan melalui perubahan ini digunakan untuk mengukur bahan nonkonduktif (Anonymous, 2008b).

2.5. Mikrokontroler ATmega 8

Mikrokontroler yang diproduksi oleh Atmel ini secara fisik berukuran kecil dengan jumlah kaki 28 pin. Masing-masing pin memiliki fungsi yang berbeda. Beberapa pin memiliki fungsi ganda, penentuan fungsi pin berfungsi ganda tersebut bergantung pada saat proses inialisasi dilakukan. Dengan adanya inialisasi maka hanya satu fungsi dari pin tersebut yang terpakai sementara fungsi yang lain dimatikan. Pin 23 sampai 28 dapat difungsikan sebagai masukan ADC. Pin 2 dan 3 sebagai pendukung komunikasi serial yaitu RX dan TX.

Mikrokontroler AT Mega8 memiliki fitur 8KByte *flash memory*, selain itu mikrokontroler ini memiliki 3 *port I/O* yaitu port B, C dan D. Memiliki masukan analog sebanyak 5 *channel* yang telah dilengkapi

dengan ADC sebesar 10 bit pada port C. Dalam bekerjanya membutuhkan tegangan sebesar 5 Volt.



Gambar 2.7 Mikrokontroler AT Mega8 (Anonimous, 2008d)

Seperti terlihat pada Gambar 2.7, sebagian besar pin ATmega8 memiliki fungsi lebih dari satu, yaitu sebagai I/O atau fungsi khusus lainnya. ATmega8 memiliki fitur *Internal Calibrated RC Oscillator*, dimana dengan adanya fitur ini penggunaan komponen eksternal sebagai sumber clock sistem dapat ditiadakan. Osilator internal ini dapat di set untuk berjalan pada mode operasi 1MHz, 2MHz, 4MHz dan 8MHz dengan cara mengatur register-registernya (Atmel, 2006).

2.5.1. ADC

ADC (*Analog to Digital Converter*) merupakan salah satu fitur mikrokontroller ATmega8. Dengan adanya internal tidak diperlukan lagi adc eksternal untuk merubah besaran analog menjadi digital. AT Mega8 memiliki 7 channel input ADC dengan resolusi maksimal 10 bit. Register-register yang berhubungan dengan inialisasi ADC antara lain register ADMUX, register ADCSRA, register ADCL dan ADCH. Register ADMUX digunakan untuk menentukan tegangan referensi dari ADC, menentukan format data hasil konversi ADC dan menentukan channel ADC yang akan digunakan.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	ADMUX								
	REFS1	REFS0	ADLAR	-	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.8 Register ADMUX

- a. Bit 7 (REFS1) dan bit 6 (REFS0) digunakan untuk menentukan tegangan referensi ADC.

Tabel 2.2 Bit Konfigurasi Tegangan Referensi

Bit 7	Bit 6	Tegangan Referensi
0	0	<i>pin</i> AREF, internal Vref di matikan (off)
0	1	<i>pin</i> AVCC, dengan kapasitor eksternal pada <i>pin</i> AREF
1	0	tidak digunakan
1	1	tegangan referensi internal 2,56 V dengan kapasitor eksternal pada <i>pin</i> AREF

- b. Bit 5 (ADLAR) digunakan untuk menentukan format data hasil konversi. Bit ini diisi dengan 1 (ADLAR=1) jika menggunakan resolusi 8 bit.
- c. Bit 3..0 (MUX3..0) digunakan untuk menentukan channel ADC

Tabel 2.3 Pemilihan Channel ADC

Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Channel ADC
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7

Register ADCSRA

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0								
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>ADEN</td> <td>ADSC</td> <td>ADFR</td> <td>ADIF</td> <td>ADIE</td> <td>ADPS2</td> <td>ADPS1</td> <td>ADPS0</td> </tr> </table>							ADEN	ADSC	ADFR	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	ADCSRA
ADEN	ADSC	ADFR	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0									
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W								
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0								

Gambar 2.9 Register ADCSRA

- a. Bit 7 (ADEN) untuk mengaktifkan ADC. ADEN=0 *disable* / ADEN=1 *enable*.
- b. Bit 6 (ADSC) untuk memulai (start) pembacaan ADC.
- c. Bit 5 (ADFR) jika ADFR=1 *free running mode* , ADFR=0 *single conversion*.
- d. Bit 4 (ADIF) bit penanda interupsi. Bernilai 1 saat konversi ADC selesai.
- e. Bit 3 (ADIE) berfungsi untuk mengaktifkan interupsi ADC. ADIE=1 *enable* / ADIE=0 *disable*.
- f. Bit 2..0(ADPS2..0) menentukan *clock* ADC

Tabel 2.4 Bit Konfigurasi Pemilihan *Clock* ADC

Bit 2	Bit 1	Bit 0	Clock
0	0	0	XTAL / 2
0	0	1	XTAL / 2
0	1	0	XTAL / 4
0	1	1	XTAL / 8
1	0	0	XTAL / 16
1	0	1	XTAL / 32
1	1	0	XTAL / 64
1	1	1	XTAL / 128

Register ADCL dan ADCH merupakan 2 register tempat menampung hasil pembacaan ADC untuk mengambil nilainya digunakan ADCW(mode 10 bit) dan ADCH (mode 8 bit).

ADLAR = 0									
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
	-	-	-	-	-	-	ADC9	ADC8	ADCH
	ADC7	ADC6	ADC5	ADC4	ADC3	ADC2	ADC1	ADC0	ADCL
	7	6	5	4	3	2	1	0	
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R	
	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	

ADLAR = 1									
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
	ADC9	ADC8	ADC7	ADC6	ADC5	ADC4	ADC3	ADC2	ADCH
	ADC1	ADC0	-	-	-	-	-	-	ADCL
	7	6	5	4	3	2	1	0	
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R	
	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.10 Register ADCW

2.5.2. Komunikasi Serial USART

Sistem USART ATmega8 memiliki beberapa fitur, yaitu operasi full duplex, mode operasi asinkron dan sinkron, mendukung komunikasi multiprosesor, dan mode kecepatan ganda pada komunikasi asinkron.

Dalam proses inisialisasi ada beberapa register yang perlu ditentukan nilainya, yaitu: UBRR (USART *Baud Rate Register*), UCSRB (USART *Control and Status Register B*) dan UCSRC (USART *Control and Status Register C*).

UBRR merupakan register 16 bit yang berfungsi melakukan penentuan kecepatan transmisi data yang akan digunakan. UBRR dibagi menjadi dua, yaitu UBRRH dan UBRL.

URSEL	-	-	-	UBRR[11:8]				UBRRH
UBRR[7:0]								UBRL

Gambar 2.11 Register UBRR

Gambar 2.11 merupakan Register UBRR, bit penyusunannya dapat dijelaskan sebagai berikut :

- URSEL merupakan bit pemilih antara akses UBRR dan UCSRC. Hal ini disebabkan karena keduanya menempati lokasi yang sama. Untuk akses UBRR, bit ini bernilai 0.
- UBRR[11..0] merupakan bit penyimpan konstant kecepatan komunikasi serial (Baud Rate). UBRRH menyimpan 4 bit tertinggi data seting baud rate dan UBRL menyimpan 8 bit sisanya. Data yang dimasukkan ke UBRR dihitung menggunakan rumus sesuai tabel 2.5. U2X merupakan bit pada register UCSRA.

Tabel 2.5 Rumus Perhitungan UBRR

Mode Operasi	Rumus nilai UBRR
Asinkron mode kecepatan normal (U2X=0)	$UBRR = \frac{fosc}{16x\text{baud}} - 1$
Asinkron mode kecepatan ganda (U2X=1)	$UBRR = \frac{fosc}{8x\text{baud}} - 1$
Sinkron	$UBRR = \frac{fosc}{1x\text{baud}} - 1$

UCSRB merupakan register 8 bit pengatur aktivasi penerima dan pengirim USART.

RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	UCSZ2	RXB8	TXB8
-------	-------	-------	------	------	-------	------	------

Gambar 2.12 Register UCSRB

Bit penyusunnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

- RXCIE mengatur aktivasi interupsi penerimaan data serial. Bernilai awal 0 sehingga proses penerimaan data berdasar pada sistem *pooling*. Jika bernilai 1 dan jika bit RXC pada UCSRA bernilai 1, interupsi penerimaan data serial akan dieksekusi.
- TXCIE mengatur aktivasi interupsi pengiriman data serial. Bernilai awal 0, jika bernilai 1 dan bit TXC pada UCSRA bernilai 1, interupsi pengiriman data serial akan dieksekusi.
- UDRIE mengatur aktivasi interupsi yang berhubungan dengan kondisi bit UDRE pada UCSRA.
- RXEN merupakan bit aktivasi penerima serial. Bernilai awal 0, jika bernilai 1, maka penerima data serial diaktifkan.

- e. TXEN merupakan bit aktivasi pengirim serial. Bernilai awal 0, jika bernilai 1, maka pengirim data serial diaktifkan.
- f. UCSZ2 bersama bit UCSZ1 dan UCSZ0 di register UCSRC digunakan untuk menentukan ukuran karakter serial yang dikirimkan. Pada saat awal, ukuran karakter diset pada 8 bit. Detail nilai bit nampak pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Penentuan Ukuran Karakter

UCSZ[2..0]	Ukuran Karakter dalam bit
000	5
001	6
010	7
011	8
100-110	Tidak dipergunakan
111	9

UCSRC merupakan register 8 bit yang digunakan untuk mengatur mode dan kecepatan komunikasi serial yang dilakukan. Komposisinya seperti Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Register UCSRC

Bit penyusunnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. URSEL merupakan bit pemilih akses UCSRC dan UBRR.
- b. UMSEL merupakan bit pemilih mode komunikasi serial antara sinkron dan asinkron. Bernilai awal 0 sehingga modusnya asinkron. Jika bernilai 1, maka modusnya sinkron.
- c. UPM[1..0] merupakan bit pengatur paritas. Bernilai awal 0 sehingga paritas tidak digunakan. Detailnya dapat dilihat pada Tabel 2.7.
- d. USBS merupakan bit pemilih ukuran bit stop. Bernilai awal 0 sehingga jumlah bit stop 1 bit. Jika bernilai 1, maka jumlah bit stop 2 bit.
- e. UCSZ1 dan UCSZ0 merupakan bit pengatur jumlah karakter serial.

- f. UCPOLE merupakan bit pengatur hubungan antara perubahan data keluaran dan data masukan serial dengan clock sinkronisasi. Hanya berlaku untuk mode sinkron. Untuk mode asinkron, bit ini diset 1.

Tabel 2.7 Penentuan Mode Paritas

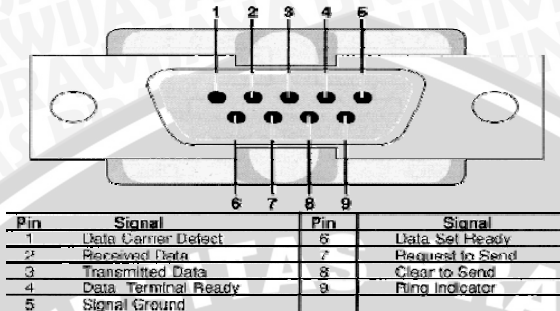
UPM[2..0]	Mode paritas
00	Tidak aktif
01	Tidak digunakan
10	Paritas genap
11	Paritas ganjil

Proses membangun hubungan komunikasi data serial memerlukan suatu kecepatan data (*data transfer rate*) yang sesuai, baik di sisi komputer maupun di sisi mikrokontroler (Atmel, 2006).

2.6. Port Serial Komputer

Komunikasi serial adalah proses pengiriman data secara serial atau data dikirim satu per satu secara berurutan. Komunikasi serial memiliki kelebihan pada jangkauan panjang kabel yang lebih jauh dibandingkan dengan paralel. Hal ini karena pada saat serial port mengirimkan logika 1 dengan kisaran tegangan -3 volt hingga -25 volt dan logika 0 sebagai +3 volt hingga +25 volt sehingga kehilangan daya karena panjangnya kabel bukan masalah utama.

Komunikasi serial port bersifat asinkron sehingga sinyal detak tidak dikirimkan bersama data. Setiap word disinkronkan dengan start bit dan sebuah clock internal di kedua sisi menjaga bagian data. Perangkat keras pada komunikasi serial port dibagi menjadi dua kelompok yaitu *Data Communication Equipment (DCE)* dan *Data Terminal Equipment (DTE)*. Contoh DCE adalah modem sedangkan DTE adalah terminal serial di komputer. Konektor port serial terdiri dari dua jenis yaitu konektor 25 pin atau biasa disebut dengan DB25 dan 9 pin atau biasa disebut dengan DB9. Pin pada DB9 memiliki fungsi yang berbeda seperti pada Gambar 2.14 (Budiharto, 2004).



(a)



(b)



(c)

Gambar 2.14 Pin DB9. (a) keterangan Pin; (b) DB9 Male; (c) DB9 Female

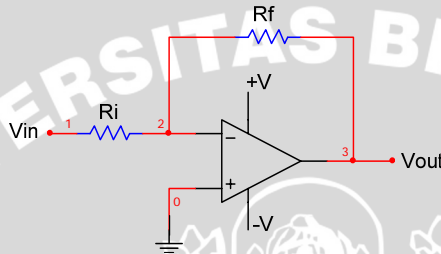
Secara umum antara pin DB9F dengan DB9M adalah sama, perbedaan hanya pada saat pemasangan keduanya. Fungsi-fungsi pin tersebut dipasang saling bersilangan. Misalnya pin TxD dari DB9F dihubungkan dengan pin RxD dari DB9M dan pin RxD dari DB9F dihubungkan dengan pin TxD dari DB9M.

2.7. Penguat Operasional (*op amp*)

Penguat operasional atau penguat instrumentasi adalah salah satu penguat yang bermanfaat, cermat dan serbaguna yang sering digunakan untuk pengukuran, instrumentasi atau pengendalian. Penguat instrumentasi dirancang dengan beberapa *op amp* dan tahanan presisi, yang membuat rangkaianannya sangat stabil. Kestabilan penguat ini sangat berguna jika ketelitian pengukuran merupakan hal yang penting (Coughlin dan Driscoll, 1982).

2.7.1. Penguat dengan Pembalikan (*inverting amplifier*)

Rangkaian penguat dengan pembalikan (*inverting amplifier*), masukan inputnya dihubungkan dengan masukan pembalik, dengan input dan output berlawanan polaritas sehingga terdapat tanda minus pada penguatannya. Gambar 2.15 adalah gambar rangkaian penguat dengan pembalikan.



Gambar 2.15 Penguat Pembalik (*inverting*)

Rumus dari penguatan dengan pembalikan adalah :

$$A = - \quad (2.14.)$$

Sedangkan tegangan keluaran dirumuskan dengan :

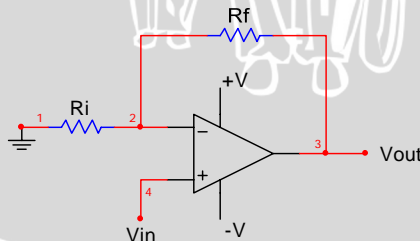
$$V_{out} = \quad (2.15.)$$

Keterangan :

- A : Penguatan
- R_f : Resistor *feedback*
- R_i : Resistor input

2.7.2. Penguat non pembalikan (*non inverting amplifier*)

Rangkaian penguat non pembalikan (*non inverting amplifier*), masukan inputnya dihubungkan dengan masukan tak pembalik. Gambar 2.16 adalah gambar rangkaian penguat non pembalikan.



Gambar 2.16 Penguat tak Pembalik (*non inverting*)

Rumus dari penguatan penguat non pembalikan adalah

$$A = \left(1 + \frac{R_f}{R_i}\right) \quad (2.16)$$

Sedangkan tegangan keluaran dirumuskan dengan :

$$V_{out} = \dots \quad (2.17.)$$

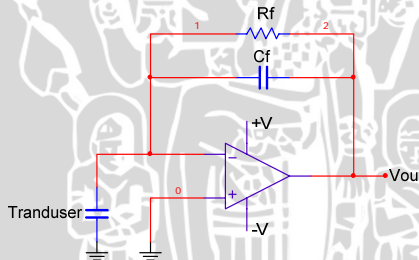
Keterangan :

- A : Penguatan
- R_f : Resistor *feedback*
- R_i : Resistor input

(Anonimous, 2008e)

2.8. Charge Amplifier

Rangkaian *charge amplifier* adalah rangkaian yang tersusun dari *op amp* yang berfungsi untuk mengubah masukan berupa muatan listrik sehingga menghasilkan keluaran berupa tegangan. Rangkaian *charge amplifier* dapat digunakan untuk mengubah impedansi tinggi menjadi impedansi rendah sesuai dengan karakteristik *op amp* penyusunnya. Rangkaian *charge amplifier* sederhana ditunjukkan seperti pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 Rangkaian *Charge Amplifier*

Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh rangkaian *charge amplifier* adalah :

$$V_{out} = \left(\frac{C_p}{C_f}\right) \quad (2.18.)$$

Keterangan :

- V_{out} : Tegangan keluaran dari *charge amplifier*
- C_p : Muatan listrik yang dihasilkan oleh bahan tranduser dan nilainya tergantung dari ukuran tranduser.
- C_f : Kapasitor *feedback*

(Anonimous, 2008f)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

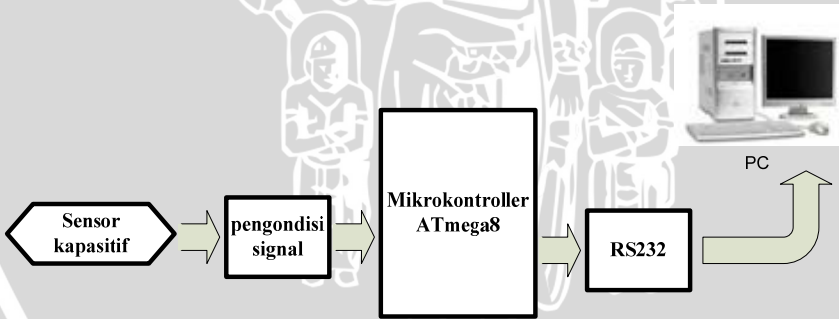
Penelitian dilakukan pada bulan September 2008 - Juli 2009 di Laboratorium Instrumentasi dan Pengukuran Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Brawijaya Malang. Dikarenakan, terbatasnya dana penelitian, maka skripsi ini kami ikutkan sertakan lomba PKMT (program kreativitas mahasiswa teknologi) pada bulan 22 juli-25 juli 2009 di Universitas Brawijaya Malang.

3.2. Tahapan Pengerjaan

Tahapan pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Studi literatur
- Perancangan dan pembuatan sistem
- Uji coba
- Analisa grafik dan pembahasan
- Pelaporan

3.3. Perancangan



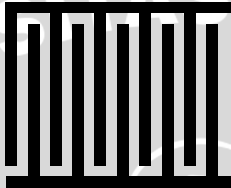
Gambar 3.1 Perancangan Perangkat Keras

3.3.1. Pembuatan sensor kapasitif

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam membuat sensor kapasitif. Yaitu, plat PCB sebagai keping dielektrik, peralatan

laboratorium elektronika berupa; sebuah solder, penyedot timah, satu gulung timah atau tenol, kabel koaksial duabelas *meter*, sebuah glue gun, dua potong glue jel, mur baut, gunting, dan pisau cutter.

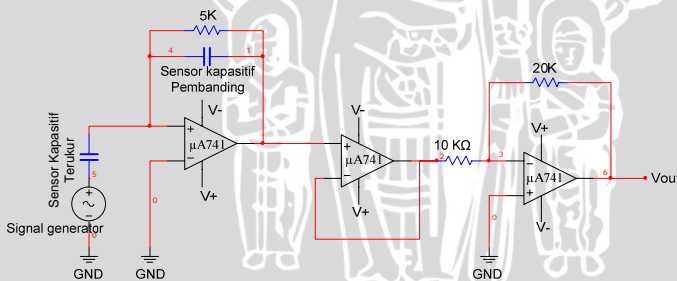
Fokus dari pembuatan sensor kapasitif adalah untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam pengukuran. Untuk mendapatkan respon pengukuran secara optimal, dilakukan dengan menentukan variasi lebar dan jarak dari sensor kapasitif. Lebar dan jarak dari plat kapasitif dibuat sebesar 1 mm. Rancangan gambar 3.2 adalah tampilan sensor kapasitif



Gambar 3.2 Perancangan sensor kapasitif

3.3.2. Perancangan charge amplifier

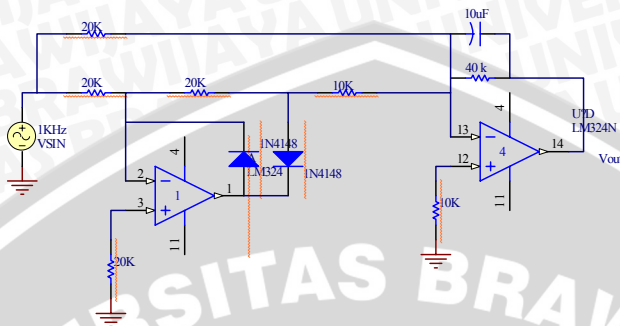
Charge amplifier adalah pengkondisi sinyal, yang berfungsi untuk memberikan penguatan pada sensor kapasitif. Komponen *charge amplifier* terdiri dari tiga IC UA741, sebuah resistor 5 K Ω , 10 K Ω , dan 20 K Ω . Rancangan diagram blok *charge amplifier* diperlihatkan pada gambar 3.3 :



Gambar 3.3 Blok diagram *charge amplifier*

3.3.3. Perancangan rangkaian penyearah AC ke DC

Rangkaian penyearah pada gambar 3.4. berfungsi mengubah tegangan keluaran dari penguat yang berupa tegangan AC menjadi DC.



Gambar 3.4 Rangkaian penyearah AC ke DC

Pengubahan bentuk tegangan bertujuan agar tegangan keluaran yang dihasilkan sensor dapat dibaca dan diolah mikrokontroler. Tegangan keluaran sensor yang berupa tegangan AC harus disearahkan menjadi tegangan DC. Dengan pengubahan bentuk tegangan dari tegangan AC menjadi DC, mikrokontroler dapat mengubah tegangan keluaran sensor menjadi nilai digital.

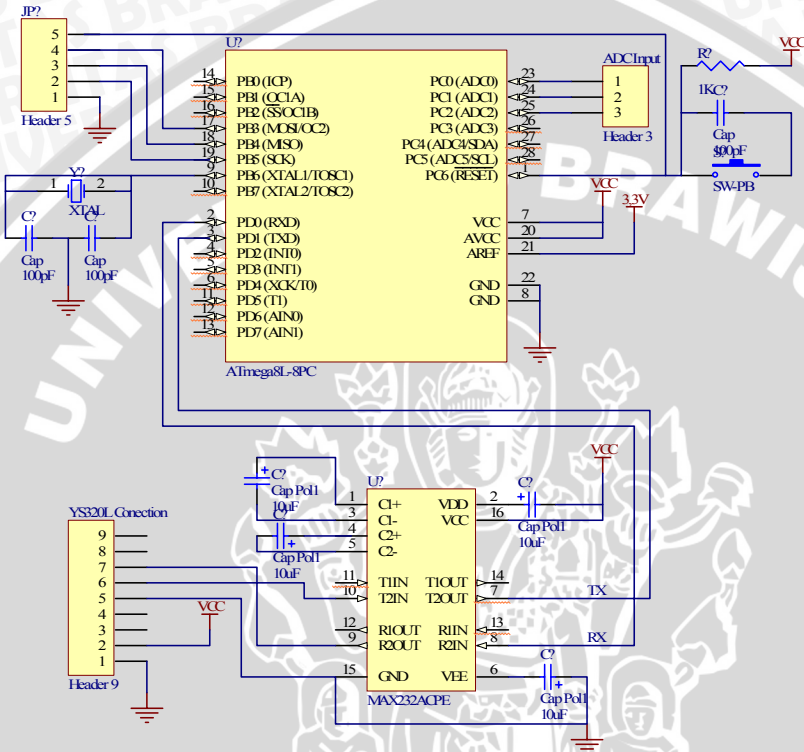
Tegangan AC negatif yang masuk pada masukan inverting dari opamp pertama akan dibalik menjadi tegangan positif. Tegangan positif dilewatkan dilewatkan kembali melalui diode pertama menuju masukan opamp pertama dan dioda kedua tidak bekerja. Hasil keluaran kedua dari opamp pertama menjadi tegangan negatif dan diteruskan oleh dioda kedua menuju masukan inverting opamp kedua menjadi tegangan positif.

Tegangan AC positif yang masuk pada masukan inverting opamp pertama mempunyai keluaran berupa tegangan negatif. Keluaran berupa tegangan negatif dari opamp pertama langsung diteruskan oleh dioda kedua menuju opamp kedua dan menjadi masukan inverting opamp kedua. Masukan negatif dari op-amp pertama berubah menjadi tegangan positif sesudah keluar dari op-amp kedua.

3.3.4. Mikrokontroller ATmega 8

Mikrokontroler yang digunakan pada modul ini adalah mikrokontroler AT Mega8. Sistem ini memanfaatkan *port C* sebagai masukan analog yaitu PINC.0 dan PINB.0 untuk driver selonoid valve. Satu *channel* tersebut menjadi masukan dari sensor Kapasitif yaitu *Vout charge amplifier*. Pin RX mikrokontroler terhubung pada pin R2in dan

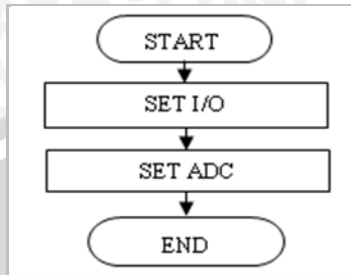
pin TX mikrokontroler pada pin T2out IC Max232 untuk merubah level tegangan TTL menjadi level RS232 sesuai dengan level komputer.



Gambar 3.5 Rangkaian Mikrokontroler ATmega8

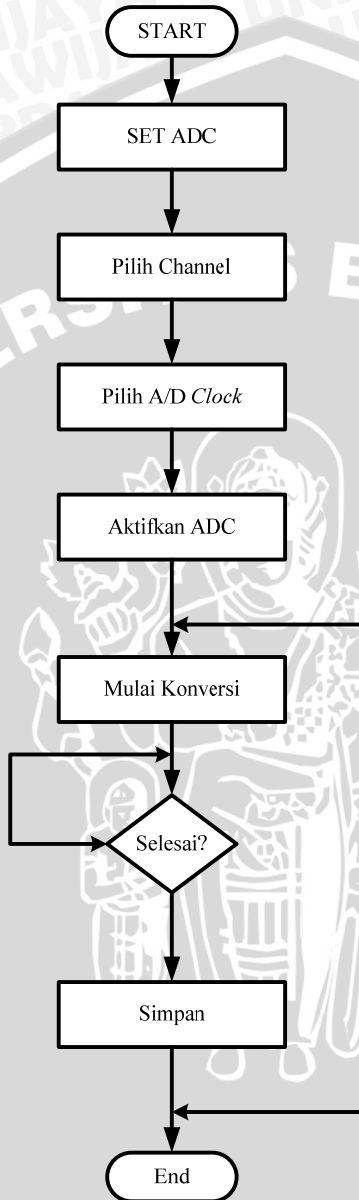
Tahap awal sesudah perancangan hardware adalah menginisialisasi mikrokontroler agar dapat bekerja dan berfungsi sebagai pengubah nilai analog menjadi digital. Inisialisasi meliputi inisialisasi baudrate yang digunakan, jumlah masukan analog dan jalur pengiriman data.

Prosedur pada Gambar 3.6 diawali dengan pengesetan I/O pada mikrokontroler, yaitu pengesetan satu masukan analog pada port C, pengesetan RX/TX untuk proses pengiriman maupun penerimaan data, kemudian diikuti dengan pengesetan ADC internal pada mikrokontroler.



Gambar 3.6 Prosedur Inisialisasi

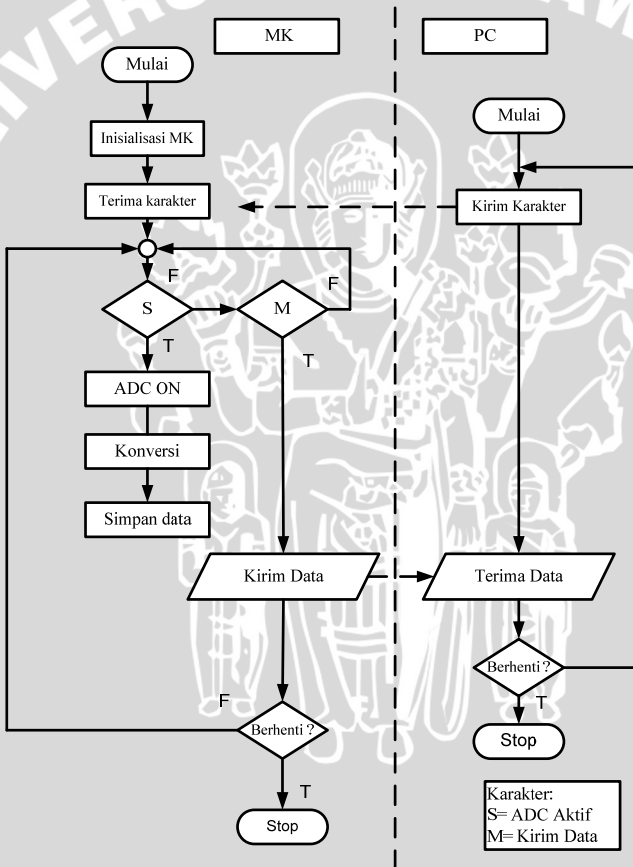
Prosedur pada Gambar 3.7 merupakan proses konversi dengan terlebih dahulu melakukan pengaturan konfigurasi ADC. Konfigurasi ADC disini dengan menjadikan PINC.0 sebagai masukan nilai analog yang dihasilkan oleh sensor. Konfigurasi masukan analog ini sekaligus menjadikan PORT C sebagai port masukan. Kemudian dilanjutkan dengan mengatur berapa channel ADC yang diaktifkan. Kemudian dilanjutkan dengan pengiriman data melalui port keluaran, disamping itu juga mengatur nilai clock ADC serta aktifasi dari ADC. Sesudah konfigurasi ADC dilakukan maka ketika ada masukan berupa nilai analog pada port yang telah dikonfigurasi, proses konversi dapat mulai dilakukan setelah ada perintah untuk memulai konversi nilai analog menjadi nilai digital melalui software yang telah diset pada register ADCON0. Proses ini dijalankan pada tiap channel ADC hingga proses konversi selesai, bila proses konversi tersebut sudah selesai akan disimpan pada register yang telah ditentukan.



Gambar 3.7 Prosedur Konversi ADC

3.3.5. Perancangan Protokol Komunikasi

Perencanaan protokol komunikasi adalah salah satu tahap yang penting yang harus direncanakan dengan matang agar diperoleh sistem komunikasi yang efektif. Prosedur protokol komunikasi yang direncanakan seperti terlihat pada Gambar 3.8 dimana PC akan mengirimkan karakter kepada mikrokontroller, jika mikrokontroller menerima karakter yang sesuai, maka dimulai proses konversi dengan ADC dan hasil konversi ADC akan dikirimkan ke PC.



Gambar 3.8 Prosedur Pengiriman Data

3.4. Pengujian Alat

3.4.1. Pengujian Sensor Kapasitif

Pengujian sensor kapasitif dilakukan dengan cara pengujian secara mekanis yaitu, diukur nilai kapasitansinya dengan kapasitansimeter. Pengujian ini bertujuan untuk melihat kepekaan sensor terhadap lingkungan di sekitarnya. Yaitu, pengaruh konstanta dielektrik udara dan air aquades terhadap nilai kapasitansi.



Gambar 3.9 Pengujian nilai kapasitansi sensor kapasitif

3.4.2. Pengujian rangkaian *charge amplifier*

Pengujian *charge amplifier* sebagai pengkondisi sinyal, meliputi pengujian komponen-komponen penyusunnya. Diantaranya yaitu, nilai dari resistor $4,7\text{ K}\Omega$, $10\text{ K}\Omega$, dan $20\text{ K}\Omega$. Komponen tersebut di ukur kembali nilai resistansinya dengan Ohmmeter. Pengujian rangkaian *charge amplifier* secara total yaitu pengaruh tegangan masukan terhadap tegangan keluaran. Sinyal inputan dan keluaran berbentuk gelombang sinusoidal. Bentuk gelombang inputan dan keluaran berbentuk sinusoidal, karena tegangan masukan yang digunakan adalah tegangan AC. Apabila gelombang sinusoidal telah didapatkan, dapat dipastikan *charge amplifier* dapat berfungsi dengan baik.

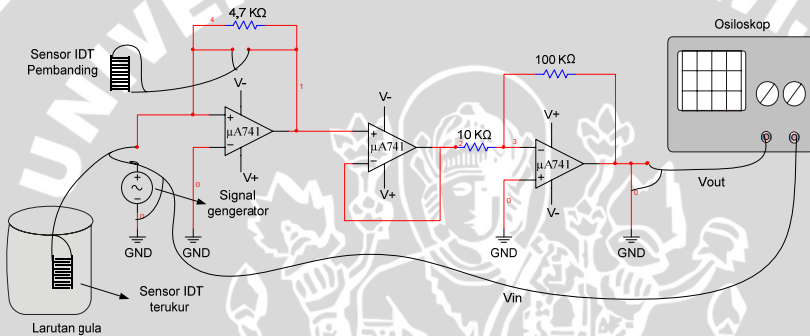
3.4.3. Pengujian rangkaian total

Pengujian rangkaian total meliputi pengujian semua peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu, signal generator, power supply, osiloskop, *charge amplifier*, dan sensor kapasitif. Pada masing-masing peralatan dilakukan pengujian sesuai fungsinya dalam penelitian. Pengujian osiloskop dengan cara dikalibrasi, dan di setting fungsi dari tombol-tombol pengatur fungsi kerja, diantaranya switch pemilih jenis tegangan masukan AC, DC, atau digroundkan, switch pemilih pengali

tegangan, dan switch pemilih trigger. Hal serupa dilakukan juga pada signal generator yaitu dengan menyetting frekuensi sebesar 1 KHZ, pengatur bentuk gelombang keluaran, dan switch pengatur amplitudo. Untuk power supply dicek , , dan ground, apakah kabel-kabelnya sudah terhubung pada jalur yang benar.

3.4.4. Tahap eksperimen pengukuran level air dengan sensor kapasitif

Rancangan pengukuran level air dijelaskan dengan gambar berikut ini :



Gambar 3.10 Bagan pengukuran level air

Prinsip kerja dari pengukuran level air dengan sensor kapasitif adalah mengukur tegangan keluaran yang dihasilkan dari perubahan level air. Sensor kapasitif yang digunakan pada setiap kali percobaan dua buah dengan satu kombinasi dan memiliki ukuran yang sama. Kedua sensor dihubungkan pada *charge amplifier*, sensor kapasitif pertama digunakan sebagai pembanding dan sensor kapasitif kedua dimasukkan pada air yang telah ditentukan level yaitu tegangan. Sensor kapasitif kedua berfungsi untuk mengukur perubahan tegangan keluaran air yang diuji. Tegangan masukan maksimal yang dihasilkan oleh power supply adalah 12 volt dan -12 volt. Pada pengukuran ini tegangan masukan dibuat konstan sebesar 0,2 volt dan diatur melalui signal generator dan osiloskop. Pengaturan bentuk gelombang dan frekuensi diatur melalui signal generator. Rangkaian *charge amplifier* digunakan sebagai penguatan dan pengkondisi sinyal dari tegangan keluaran yang dihasilkan. Rangkaian *charge amplifier* dihubungkan pada osiloskop dengan dua probe. Probe pertama menampilkan tegangan masukan berupa gelombang sinusoidal yang nilainya konstan, sedangkan probe

kedua menampilkan tegangan keluaran yang nilainya berubah-ubah sesuai dengan perubahan level air. Pengukuran dilakukan dengan mengukur level air dengan rangkaian keseluruhan alat, mulai level 0,5 cm sampai dengan 5 cm.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Design Mekanik

4.1.1. Tabung besar



Gambar 4.1 Tabung besar

Tabung besar didesign seperti alat yang ada di BMKG Karang Ploso, Malang. Tabung besar berfungsi menampung air hujan yang bersifat sementara sebanyak 2 liter. Tabung besar memiliki jari-jari 8 cm dan tingginya 96 cm. Tabung besar dilengkapi dengan selonoid valve, yang berfungsi membuang air hujan.

4.1.2. Tabung kecil



Gambar 4.2 Tabung kecil

Tabung kecil dibuat dari bahan akrilik dengan panjang 10,5 cm lebar 11,3 cm dan tinggi 12,2 cm. Tabung kecil berguna untuk mengukur level air hujan dan dilengkapi dengan sensor kapasitif di dalamnya.

4.2. Hasil Pengujian Perangkat Elektronik

4.2.1. Pengujian sensor kapasitif

Pengujian sensor kapasitif dilakukan dengan mengukur nilai kapasitansi, dengan menggunakan konstanta dielektrik udara dan air aquades. Pengujian kapasitansi dilakukan dengan menggunakan kapasitansimeter. Pengujian sensor Kapasitif dengan maksud untuk mendapatkan respon dari sensor tersebut terhadap perubahan fisis khususnya pada cairan. Pada saat pengujian di dapatkan hasil bahwa sensor memiliki kepekaan terhadap cairan saat dimasukkan ke dalam air aquades.

4.2.2. Pengujian *charge amplifier*

Pengujian rangkaian *charge amplifier*, yaitu dengan melihat tampilan tegangan keluaran pada osiloskop yang berupa gelombang sinusoidal. Untuk mengetahui kinerja rangkaian *charge amplifier*, rangkaian dihubungkan dengan power supply, signal generator, dan osiloskop.

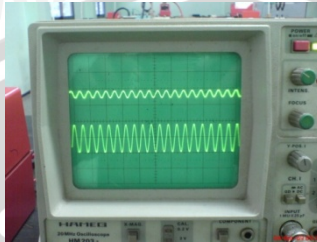
Power supply digunakan untuk memberikan tegangan masukan. Tegangan masukan berupa sumber tegangan searah (DC). Sumber tegangan yang digunakan merupakan suatu sumber tegangan dengan potensial rendah yaitu ± 12 volt.

Signal generator digunakan untuk memberikan sinyal masukan pada rangkaian *charge amplifier*. Sinyal keluaran yang dihasilkan oleh signal generator berupa gelombang berupa gelombang sinusoidal. Sinyal keluaran pada hasil pengujian rangkaian *charge amplifier* berupa gelombang sinusoidal dan ditampilkan oleh osiloskop.

Osiloskop berfungsi untuk menampilkan tegangan terukur berupa nilai tegangan listrik yang diukur terhadap waktu. Pada penelitian pengukuran tegangan air ini sumber tegangan yang digunakan adalah sumber tegangan AC, Oleh karena itu, gelombang yang ditampilkan pada layar osiloskop berupa gelombang sinusoidal.

Hasil dari pengujian *charge amplifier* ini, gelombang keluaran yang ditampilkan adalah gelombang sinusoidal, karena sumber tegangan yang digunakan berupa sumber tegangan AC. Gambar 4.3 adalah

gambar sinyal keluaran rangkaian *charge amplifier* yang ditampilkan oleh osiloskop :



Gambar 4.3 Bentuk sinyal keluaran gelombang sinusoidal

4.2.3. Pengujian rangkaian total

Pengujian rangkaian total dilakukan dengan mengukur level air baik itu air kran, aquades dan air yang tercampur cuka 2,5% dengan rangkaian keseluruhan alat, mulai level 1 cm sampai dengan 5 cm. selain itu digunakan juga frekuensi kerja signal generator sebesar 1KHz. Pada pengujian ini didapatkan tegangan keluaran yang berbeda pada setiap perubahan variasi level.

4.2.4. Pengujian ADC Mikrokontroler ATmega 8

AVR ATmega 8 berfungsi sebagai pengatur ketika data masuk sebagai data analog sampai pengolahan data *internal* ADC. Untuk pengkalkulasi data sensor, data analog yang masuk adalah data byte yang kemudian dibagi dengan bit ADC yang terdapat pada AVR 10 bit. Kemudian, dikalikan dengan tegangan maksimal setelah itu akan dikalkulasikan sehingga didapatkan data yang diinginkan. Untuk penjelasannya akan dijelaskan dengan contoh perhitungan dibawah ini: Diketahui Luas alas pada Tabung kecil=118,65 cm² dan Hmax= 8cm maka sensitivitas sensor adalah:

$$\frac{1\text{mm}}{1 \times 10^4 \text{cm}^2} = \frac{x}{118,65 \text{cm}^2} \rightarrow x = 0,1 \text{mm}$$

$$\text{sensitivitas} = \frac{V_{\text{max}}}{H_{\text{max}}}$$

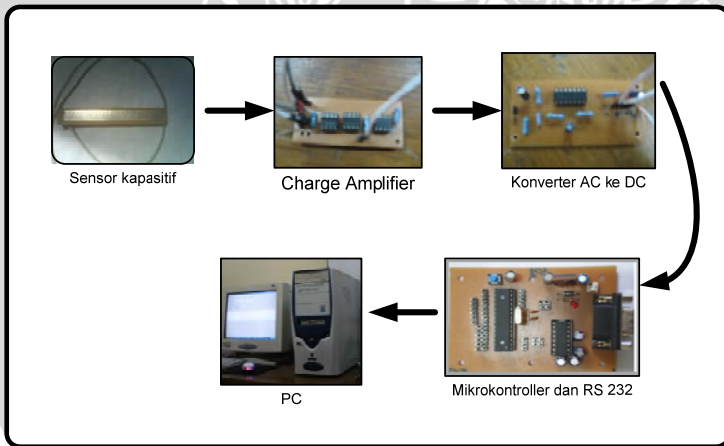
$$\text{sensitivitas} = \frac{2,7 \text{Volt}}{80 \text{mm}} = 0,03375 \frac{\text{Volt}}{\text{mm}}$$

Jadi, data keluaran sensor kapasitif akan langsung dibaca oleh mikronkonnroller Atmega 8. Kemudian, data itu dikirimkan ke komputer untuk dilakukan pengolahan data curah hujan.

4.2.5. Pengujian *software*

Pengujian *software* meliputi pengujian komunikasi antara PC dan mikrokontroller dengan transmisi data menggunakan kabel serial sesuai dengan rancangan sistem monitoring yang telah dibuat seperti pada Gambar 4.4 Dari pengujian *software* yang telah dilakukan, komunikasi antara mikrokontroller dengan PC dapat dilakukan dengan baik. Hal ini terbukti dari tampilnya nilai *output* sensor kapasitif yang dikirim oleh perangkat elektronik ke PC. Disamping itu PC dapat menyimpan data pencatatan dari sensor dan data yang telah disimpan dapat ditampilkan lagi.

Tabel 4.1 merupakan hasil monitoring tegangan yang dilakukan pada tanggal 10 Juli 2009. Mikrokontroller mengirim data sebanyak ± 10 kali dalam satu detik dengan tujuan untuk memperoleh nilai pengukuran yang simultan.



Gambar 4.4 Hasil Rancangan Monitoring curah hujan

Tabel 4.1 Hasil Monitoring tegangan keluaran pada air Kran, Aquades dan Larutan asam 2,5 %.

Level (cm)	Tegangan (Volt)		
	Aquades	Air kran	Larutan Asam 2.5%
0.5	0.0587	0.2639	0.4057
1	0.1369	0.4741	0.8162
1.5	0.2102	0.8162	1.2121
2	0.3275	1.2023	1.5934
2.5	0.4057	1.4614	1.9892
3	0.5181	1.744	2.2776
3.5	0.5914	1.9795	
4	0.6745	2.1212	
4.5	0.7576	2.2385	
5	0.8602	2.3607	

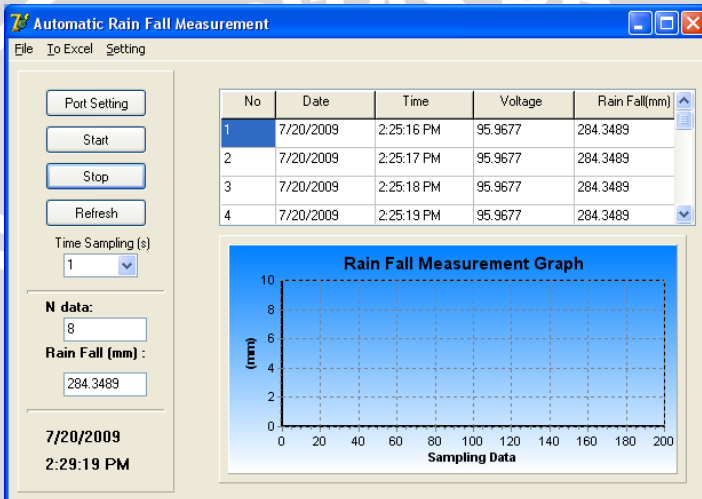
Data di atas merupakan data tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor kapasitif dengan lebar dan jarak 1 mm pada frekuensi 1 KHz. Perubahan level air baik itu air kran, air yang tercampur cuka 2,5% dan aquades ditunjukkan oleh grafik 4.7, 4.8, dan 4.9.

Proses kerja dari *software* yang telah dibuat mula-mula diatur pendukung komunikasi antara koneksi *serial port* pada PC yang digunakan dan yang sesuai antara PC dengan mikrokontroler dalam berkomunikasi. Kemudian, mula-mula dari PC mengirimkan karakter kunci yang telah ditentukan untuk mengaktifkan ADC yang terdapat pada mikrokontroler. ADC yang telah diaktifkan akan mulai bekerja dan menyimpan hasil konversi pada memori internal yang terdapat pada mikrokontroler. Karakter kunci yang identik dikirimkan lagi untuk meminta data dari mikrokontroller, apabila karakter kunci yang diterima oleh mikrokontroller sama dengan yang telah dikirimkan oleh PC, maka data yang sebelumnya disimpan pada mikrokontroler akan ditransfer untuk ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian disimpan pada PC.

Selain fasilitas untuk pengontrolan pengiriman data dari PC, terdapat juga fasilitas untuk penyimpanan data. Dalam penyimpanan data secara otomatis akan membuat file yang berekstensi *.txt, dimana

file tersebut dapat dibuka melalui program aplikasi Notepad ataupun dibuka secara langsung melalui program delphi yang telah dibuat.

Fasilitas yang lain adalah untuk mengeksport data ke bentuk Excel dan print grafik . Data yang berupa tabel dapat langsung dieksport ke excel dengan mengklik menu ToExcel dan kemudian disimpan dalam bentuk file excel. Data yang berupa grafik dapat di print dengan menggunakan fasilitas print graph seperti yang terlihat pada gambar 4.4.

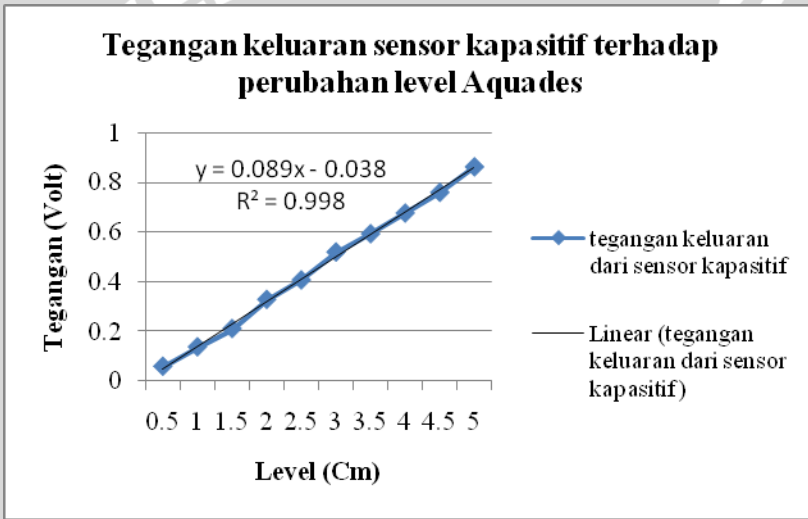


Gambar 4.5 Tampilan Software Delphi7

4.3. Analisa Grafik

Data hasil pengukuran tegangan keluaran terhadap perubahan level air yang diperoleh pada air Aquades, kran, dan asam cuka 2,5% diplotkan pada grafik.

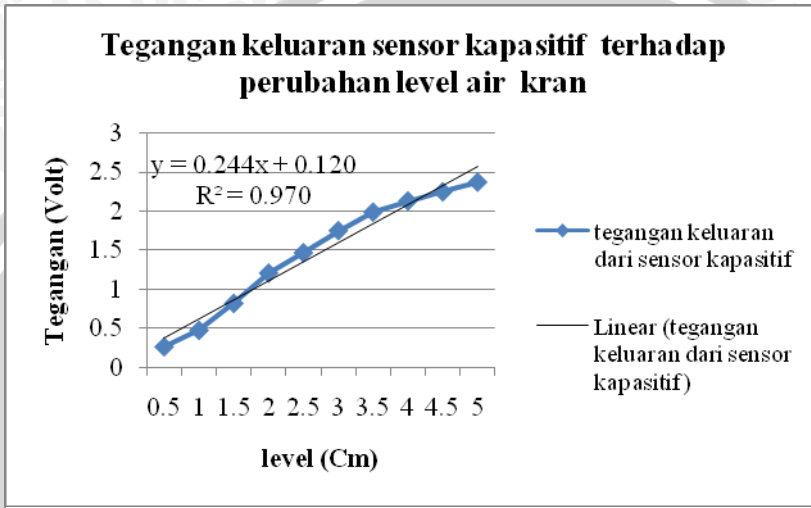
4.3.1. Tegangan keluaran sensor kapasitif terhadap perubahan level air Aquades.



Gambar 4.6 Grafik hubungan tegangan keluaran sensor kapasitif terhadap perubahan level Aquades.

Gambar 4.6 merupakan grafik hubungan antara tegangan keluaran yang dihasilkan sensor kapasitif terhadap perubahan level air Aquades. Sumbu X merupakan nilai Level Aquades, yang telah ditentukan nilainya mulai dari 0,5 cm sampai 5 cm. Sumbu Y adalah nilai tegangan keluaran dalam volt.

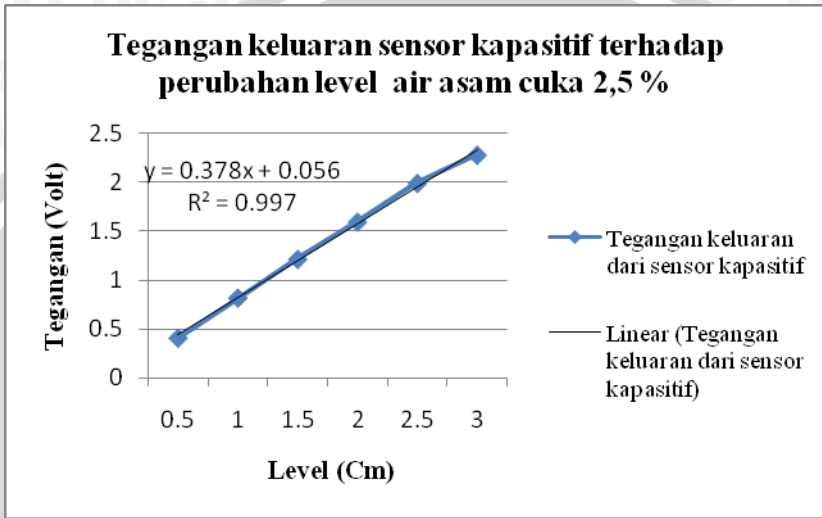
4.3.2. Tegangan keluaran sensor kapasitif terhadap perubahan level air kran.



Gambar 4.7 Grafik hubungan tegangan keluaran sensor kapasitif terhadap perubahan level air kran.

Gambar 4.7 merupakan grafik hubungan antara tegangan keluaran yang dihasilkan sensor kapasitif terhadap perubahan level air Kran. Sumbu X merupakan nilai Level Air Kran, yang telah ditentukan nilainya mulai dari 0,5 cm sampai 5 cm. Sumbu Y adalah nilai tegangan keluaran dalam volt. Grafik hubungan tegangan dan level tidak bisa linier. Dikarenakan, kandungan dalam air kran tidak semurni air Aquades. Di dalam air kran banyak mineral dan ion lain dalam campurannya.

4.3.3. Tegangan keluaran sensor kapasitif terhadap perubahan level asam cuka 2,5 %.



Gambar 4.8 Grafik hubungan tegangan keluaran sensor kapasitif terhadap perubahan level air cuka 2,5 %.

Gambar 4.8 merupakan grafik hubungan antara tegangan keluaran yang dihasilkan sensor kapasitif terhadap perubahan level air asam 2,5 %. Sumbu X merupakan nilai Level Air Asam cuka 2,5 %, yang telah ditentukan nilainya mulai dari 0,5 cm sampai 5 cm. Sumbu Y adalah nilai tegangan keluaran dalam volt. Pengujian tegangan keluaran terhadap perubahan level tidak dilakukan sampai 5 cm, dikarenakan tegangan keluaran dibatasi sampai 2,5 Volt.

4.4. Pembahasan

Automatik Rain Gauge (ARG) adalah alat pencatat data curah hujan otomatis yang dilengkapi dengan sensor kapasitif. Sensor kapasitif ini berfungsi untuk mengukur tegangan dari perubahan level air. ARG ini didukung oleh komponen mekanik, elektronik, dan komputer. Komponen mekanik terdiri atas dua tabung. Yaitu, tabung besar dan kecil. Tabung kecil ini berfungsi untuk menampung air hujan, kemudian perubahan level air setiap menit akan diukur oleh sensor kapasitif. Perangkat elektronik didukung oleh rangkaian pengondisi

signal, konversi AC ke DC, dan mikrokontroler. Perangkat elektronik berfungsi untuk mendukung sistem kerja keseluruhan sistem dan pengambilan data. Komputer ini berfungsi untuk mengolah data yang telah dikirimkan dari mikrokontroler.

Prinsip kerja ARG ini adalah untuk mengukur tegangan setiap perubahan level air. Pada saat turun hujan, maka alat ini akan menampung air hujan. Kemudian, di dalam ARG ini terdapat sebuah sensor kapasitif yang berfungsi mengukur tegangan dari setiap perubahan level air. Sehingga, bisa diketahui lama intensitas dan besar curah hujan pada saat itu.

Tegangan perubahan level yang telah diukur oleh sensor kapasitif akan menjadi sebuah data curah hujan. Kemudian, data ini akan dikirimkan melalui perangkat elektronik menuju komputer. Setelah itu, data ini akan diolah oleh komputer untuk ditampilkan di monitor.

Pengujian tegangan keluaran sensor kapasitif dilakukan pada tiga sampel air. Yaitu, air Aquades, kran, dan larutan asam cuka 2,5 %. Tujuan digunakan tiga sampel adalah untuk mengetahui kualitas air hujan dengan menggunakan sensor kapasitif. Sedangkan, Asam cuka 2,5 % merupakan salah satu contoh larutan asam yang digunakan untuk indikasi adanya hujan asam. Asam cuka 2,5 % ini memiliki PH 2,4. Dengan menggunakan sensor kapasitif ini bisa diketahui kualitas air pada saat turun hujan.

Pengukuran level air dibatasi sampai level 5 cm. Batasan ini berfungsi menjaga air yang tertampung tidak tumpah di tabung kecilnya. Tegangan keluaran sensor kapasitif dibatasi sampai 2,5 volt. Pembatasan tegangan ini berfungsi menjaga supaya tegangan yang dikirimkan tidak melewati tegangan referensi di mikrokontroler. Salah satu pengujian ini terlihat pada saat pengujian asam cuka 2,5 %. Dikarenakan, pada saat level 3,5 cm tegangan keluaran sensor kapasitif mencapai 2,8 volt. Hal ini perlu dihindari, supaya mikrokontroler Atmega 8 tidak rusak.

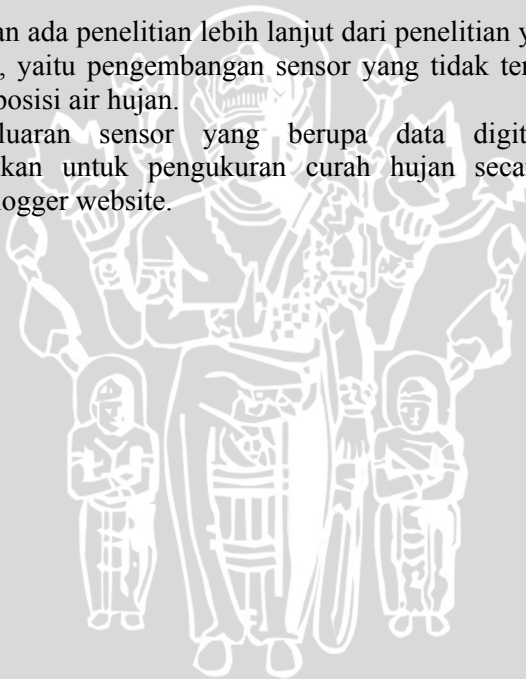
BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

- a. Sensor kapasitif yang dirancang dapat digunakan untuk mengukur level atau ketinggian yang digunakan sebagai indikator curah hujan di dalam membuat ARG, dengan sensitivitas sebesar 0,03375 volt/mm.
- b. Pencatatan curah hujan dapat dilakukan secara otomatis melalui PC dengan software delphi7 sebagai software interface.

5.2. Saran

- a. Diharapkan ada penelitian lebih lanjut dari penelitian yang telah dilakukan, yaitu pengembangan sensor yang tidak terpengaruh oleh komposisi air hujan.
- b. Nilai keluaran sensor yang berupa data digital dapat dimanfaatkan untuk pengukuran curah hujan secara online berbasis logger website.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR PUSTAKA

Anonimous. 2008a. <http://www.electroniclab.com/index.php?action=html&fid=30>. Tanggal Akses : 2 Desember 2008.

Anonimous. 2008b. http://wapedia.mobi/id/Konstanta_dielektrik. Tanggal Akses : 11 November 2008.

Anonimous. 2008c. <http://www.lionprecision.com/techlibrary/tech-notes/tech-pdfs/>, Tanggal akses : 3 maret 2008.

Anonimous. 2008d. <http://www.atmel.com/>. Tanggal akses: 16 Maret 2009.

Anonimous. 2008e. http://robby.c.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/8013/2_Op-amp.pdf, Tanggal akses : 23 Maret 2009.

Anonimous. 2008f. http://sales.hamamatsu.com/assets/applications/SD/charge_amp_kacc9001e01.pdf, Tanggal akses : 23 Maret 2009.

Atmel, 2006. *ATMEL AVR ATmega8 Datasheet*. Atmel Corporation

Badan Meteorologi Geofisika. (2007). *Pemahaman Informasi Iklim Dan Cuaca*. Malang.

Coughlin Robert, F. dan Frederick F. Driscoll. 1982. *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear edisi kedua*. Penerbit Erlangga Jakarta.

Dally, James W; Riley, William F; Mc Connel; Kenneth G. 1993. *Instrumentation for Engineering Measurement second edition*, John Wiley and Sons. Singapore.

Duffin, W.J. 1990. *Electricity and Magnetism fourth Edition*. McGraw Hill. Singapore.

Halliday,D. dan R. Resnick. 2001. *Fisika edisi ketiga jilid 2*.penerbit Erlangga. Jakarta.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



LAMPIRAN 1. Sourcode Program Delphi unit Unit1;

interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
Forms,
Dialogs, Menus, ExtCtrls, XPMAN, CPort, StdCtrls, Grids, Comobj,
TeEngine, Series, TeeProcs, Chart;

type

TForm1 = class(TForm)

XPManifest1: TXPManifest;

Panel1: TPanel;

MainMenu1: TMainMenu;

File1: TMenuItem;

Open1: TMenuItem;

Save1: TMenuItem;

Exit1: TMenuItem;

oExel1: TMenuItem;

Setting1: TMenuItem;

ComPort1: TComPort;

Button1: TButton;

Button2: TButton;

Button3: TButton;

Button4: TButton;

Bevel1: TBevel;

Timer1: TTimer;

Label1: TLabel;

Label2: TLabel;

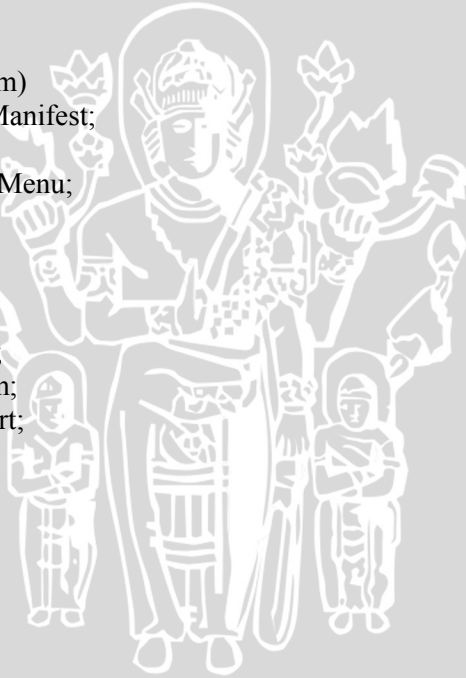
StringGrid1: TStringGrid;

Panel2: TPanel;

Timer2: TTimer;

SaveDialog1: TSaveDialog;

OpenDialog1: TOpenDialog;



```
Bevel2: TBevel;  
Label5: TLabel;  
ComboBox1: TComboBox;  
Label6: TLabel;  
Label7: TLabel;  
Edit1: TEdit;  
Edit2: TEdit;  
Chart1: TChart;  
Series1: TFastLineSeries;  
PrintGraph1: TMenuItem;  
procedure Exit1Click(Sender: TObject);  
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);  
procedure Button3Click(Sender: TObject);  
procedure Button1Click(Sender: TObject);  
procedure FormCreate(Sender: TObject);  
procedure ClearBuffer;  
procedure Button2Click(Sender: TObject);  
procedure ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);  
procedure Timer2Timer(Sender: TObject);  
procedure Button4Click(Sender: TObject);  
procedure Save1Click(Sender: TObject);  
procedure Save;  
procedure Open;  
procedure Open1Click(Sender: TObject);  
procedure oExel1Click(Sender: TObject);  
procedure Setting1Click(Sender: TObject);  
procedure Delay(lama:cardinal);  
private  
  { Private declarations }  
public  
  { Public declarations }  
end;
```

```
var  
  Form1: TForm1;  
  Nbuf:String;  
  inbuf: integer;  
  a,b,i,t,n:integer;
```

```
x,rain:real;  
implementation
```

```
{  
$R *.dfm}
```

```
procedure TForm1.Exit1Click(Sender: TObject);  
begin  
comport1.Connected:=false;  
application.Terminate;  
end;
```

```
procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);  
begin  
label1.Caption:=datetostr(date);  
label2.Caption:=Timetostr(time);  
end;
```

```
procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);  
begin  
comport1.Connected:=false;  
timer2.Enabled:=false;  
end;
```

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);  
begin  
comport1.ShowSetupDialog;  
end;
```

```
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);  
begin  
stringgrid1.Cells[0,0]:=' No';  
stringgrid1.Cells[1,0]:=' Date';  
stringgrid1.Cells[2,0]:=' Time';  
stringgrid1.Cells[3,0]:=' Voltage';  
stringgrid1.Cells[4,0]:=' Rain Fall(mm)';
```

```
end;  
procedure TForm1.ClearBuffer;  
begin
```

```

Nbuf:="";
inbuf:=0;
end;
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
t:=strtoint(combobox1.Text);
timer2.Interval:=t*1000;
i:=0;
n:=0;
comport1.Connected:=true;
clearbuffer;
comport1.TransmitChar('M');
timer2.Enabled:=true;
end;

procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
var hasil:string;
begin
comport1.Readstr(hasil,count);
Nbuf:=Nbuf+hasil;
inbuf:=length(Nbuf);
a:=ord(Nbuf[1]);
b:=ord(Nbuf[2]);
end;
procedure TForm1.Delay(lama:cardinal);
var
ref:cardinal;
begin
ref:=GetTickCount;
repeat
Application.ProcessMessages;
until
((GetTickCount-Ref)>=lama);
end;
procedure TForm1.Timer2Timer(Sender: TObject);
begin
clearbuffer;
inc(i);

```

```

inc(n);
edit2.Text:=inttostr(i);
//comport1.TransmitChar('M');
x:=(5*((255*a)+b)/1023);
rain:=(0.05*x/0.035);
stringgrid1.Cells[0,i]:=inttostr(i);
stringgrid1.Cells[1,i]:=Datetostr(Date);
stringgrid1.Cells[2,i]:=timetostr(time);
stringgrid1.Cells[3,i]:=formatfloat('0.0000',x);
stringgrid1.Cells[4,i]:=formatfloat('0.0000',rain);
edit1.Text:=formatfloat('0.0000',rain);
stringgrid1.RowCount:=stringgrid1.RowCount+1;
series1.AddXY(n,rain,"clMaroon");
if n=200 then
begin
  series1.Clear;
  n:=0;
end;
end;

```

```

procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
var i:integer;
begin
  timer1.Enabled:=false;
  edit2.Clear;
  edit1.Clear;
  series1.Clear;
  for i:=1 to stringgrid1.RowCount do
  begin
    stringgrid1.Cells[0,i]:="";
    stringgrid1.Cells[1,i]:="";
    stringgrid1.Cells[2,i]:="";
    stringgrid1.Cells[3,i]:="";
    stringgrid1.Cells[4,i]:="";

```

```

end;

```

```

stringgrid1.RowCount:=5;

```



```

i:=1;
end;
procedure TForm1.Save;
var
  datanya:textfile;
  jumdat,bar:integer;
  curah:string;
begin
  jumdat:=strtoint(edit2.text);

```

```

if savedialog1.Execute then
begin

```

```

  assignfile(datanya,savedialog1.FileName);
  rewrite(datanya);
  writeln(datanya,copy(edit2.Text,1,6));
  writeln(datanya,copy(edit1.Text,1,6));
  for bar:=1 to (jumdat+1) do
  begin

```

```

    writeln(datanya,copy(form1.StringGrid1.Cells[0,bar],0,6));
    writeln(datanya,copy(form1.StringGrid1.Cells[1,bar],0,11));
    writeln(datanya,copy(form1.StringGrid1.Cells[2,bar],0,11));
    writeln(datanya,copy(form1.StringGrid1.Cells[3,bar],0,6));
    writeln(datanya,copy(form1.StringGrid1.Cells[4,bar],0,6));

```

```

  end;
  closefile(datanya);

```

```

end;
end;
procedure TForm1.Open;
var
  datanya:textfile;
  kanal0,kanal3:string[6];
  kanal4,kanal5:string[6];
  kanal1,kanal2:string[11];
  jumdat,kanal6, kanal7, kanal8:string[6];
  sigdata,k:integer;
begin

```

```

if opendialog1.Execute then
begin
assignfile(datanya,opendialog1.FileName);
reset(datanya);
readln(datanya,jumdat);
edit2.Text:=jumdat;
readln(datanya,kanal4);
edit1.Text:=kanal4;
sigdata:=strtoint(jumdat);
stringgrid1.RowCount:=sigdata+1;
for k:=1 to (sigdata+1) do
begin
  readln(datanya,kanal0);
  stringgrid1.Cells[0,k]:=kanal0;
  readln(datanya,kanal1);
  stringgrid1.Cells[1,k]:=kanal1;
  readln(datanya,kanal2);
  stringgrid1.Cells[2,k]:=kanal2;
  readln(datanya,kanal3);
  stringgrid1.Cells[3,k]:=kanal3;
  readln(datanya,kanal4);
  stringgrid1.Cells[4,k]:=kanal4;

  end;
end;
end;

procedure TForm1.Save1Click(Sender: TObject);
begin
save;
end;

procedure TForm1.Open1Click(Sender: TObject);
begin
open;
end;

procedure TForm1.oExel1Click(Sender: TObject);

```

```

var
  fa,g:variant;
  bar,F:integer;
begin
  fa:=createoleobject('Excel.Application');
  fa.visible:=true;
  fa.workbooks.add;
  fa.workbooks[1].worksheets[1].name:='Data Pengamatan';
  g:=fa.workbooks[1].worksheets['Data Pengamatan'];
  g.cells[1,1]:= ' No.';
  g.cells[1,2]:= ' Date';
  g.cells[1,3]:= ' Time';
  g.cells[1,4]:= ' Voltage';
  g.cells[1,5]:= ' Rain (mm)';

  F:=strtoint(edit2.Text);
  for bar:=2 to F+1 do
  begin
    g.cells[bar,1]:=bar-1;
    g.cells[bar,2]:=stringgrid1.Cells[1,bar-1];
    g.cells[bar,3]:=stringgrid1.Cells[2,bar-1];
    g.cells[bar,4]:=stringgrid1.Cells[3,bar-1];
    g.cells[bar,5]:=stringgrid1.Cells[4,bar-1];
    g.cells[bar,6]:=stringgrid1.Cells[5,bar-1];

  end;
end;
procedure TForm1.Setting1Click(Sender: TObject);
begin
  comport1.ShowSetupDialog;
end;
end.

```

Source code Mikrokontroller

This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.03.4 Standard
Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2008 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project :Curah Hujan
Version :1
Date :10 Juli 2009
Author :Munir
Company :Fisika
Chip type : ATmega8
Program type : Application
Clock frequency : 14.745600 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 256

*****/

```
#include <mega8.h>
```

```
// Standard Input/Output functions  
#include <stdio.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
#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;
}

```

// Declare your global variables here

```

void main(void)
{

```

// 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=0x18;

UCSRC=0x86;

UBRRH=0x00;

UBRRL=0x5F;

// Analog Comparator initialization

// Analog Comparator: Off

// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off

ACSR=0x80;

SFIOR=0x00;

// ADC initialization

// ADC Clock frequency: 921.600 kHz

// ADC Voltage Reference: AREF pin

ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;

ADCSRA=0x84;

//getchar();

while (1)

```

{

```



```

// getch();
// if ((ADCH+ADCL)==0x3ff)
// {
  DDRB.1=1;
  PORTB.1=1;
  //delay_ms(1000);
// }
// else
// {
//   PORTB.1=0;
// }

// putchar(read_adc()>>8);
// putchar(read_adc());
// Place your code here

};
}

```



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN 2. Foto Studi di BMKG Karang Ploso, Malang.



Foto bersama dengan ketua BMKG Karang PLOSO, Malang



Studi tentang Evaporimeter



Penakar curah hujan tipe hilmen



Kertas milimeter dengan pias

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN 3. Perangkat Elektronik



Sensor Kapasitif



Charge amplifier



Rangkaian Mikrokontroler dengan RS 232 *converter*



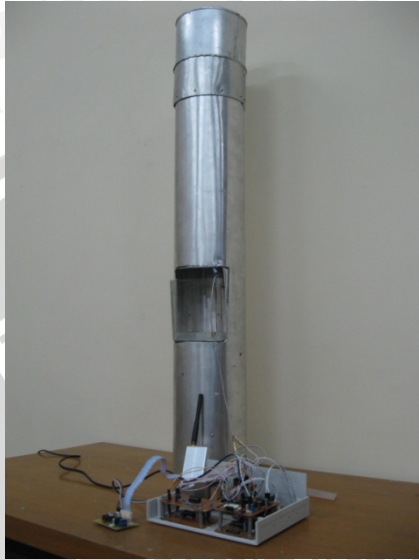
Rangkaian Signal Generator



Rangkaian AC ke DC



Rangkaian Adaptor



Perangkat mekanik dan elektronik yang sudah jadi

