

**LAPORAN TAHUNAN  
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**



**SISTEM MONITORING TANAH LONGSOR TERINTEGRASI  
BERBASIS PERUBAHAN RESISTIVITAS TANAH**

**Tahun ke 1 dari Rencana 5 Tahun**

Oleh:

Peneliti Utama: Dr. Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc. (0002076803)

Anggota: Bustami Ibrahim, S.ST., M.T (0002097602)

Herman Budi Harja, S.T, M.T. (0002027908)

Nur Wisma Nugraha, S.T., M.T. (0009067405)

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANDUNG  
NOPEMBER 2013**

## HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN HIBAH BERSAING

**Judul** : Sistem Monitoring Tanah Longsor Terintegrasi Berbasis Perubahan Resistivitas Tanah

**Peneliti/ Pelaksana** :

a. Nama Lengkap : Dr. Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc.  
b. NIDN : 0002076803  
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
d. Program Studi : Teknik Mekatronika  
e. Nomor HP : 081 321 908 377  
f. Alamat surel (e-mail) : litbanglatcana@polman-bandung.ac.id

**Anggota Peneliti (1)** :

a. Nama Lengkap : Bustami Ibrahim, S.ST, M.T  
b. NIDN : 0002097602  
c. Perguruan Tinggi : Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

**Anggota Peneliti (2)** :

a. Nama Lengkap : Herman Budi Harja, S.T, M.T.  
b. NIDN : 0002027908  
c. Perguruan Tinggi : Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

**Anggota Peneliti (3)** :

a. Nama Lengkap : Nur Wisma Nugraha, S.ST., M.T.  
b. NIDN : 0009067405  
c. Perguruan Tinggi : Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 5 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 150,000,000  
Biaya Keseluruhan : Rp 750,000,000,-

Mengetahui,

Bandung, 25 Nopember 2013

Direktur Polman Negeri Bandung

Ketua



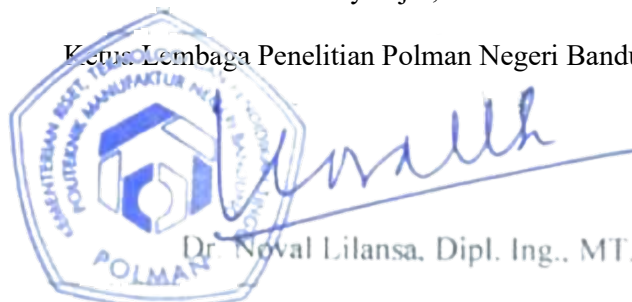
Prof. Dr. Ir. Isa Setiasyah Toha, M.Sc.  
NIP. 195311081979111001



Dr. Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc.  
NIP. 196807021997021001

Menyetujui,

Ketua Lembaga Penelitian Polman Negeri Bandung



Dr. Noval Lilansa, Dipl. Ing., MT.

## RINGKASAN

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana yang sering melanda di Indonesia, khususnya pada musim penghujan sehingga menimbulkan banyak kerugian materil dan non material. Untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan tanah longsor tersebut maka dalam penelitian ini akan dikembangkan alat monitoring tanah longsor berbasis perubahan resistivitas tanah yang dikemas dalam bentuk sistem terintegrasi. Sistem ini terdiri dari *multichannel resistivity meter*, *weather station*, *solar panel system*, komunikasi *wireless* dan basis data. *Multichannel resistivity meter* merupakan sebuah piranti yang digunakan untuk memetakan bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas tanah dan *weather station* merupakan piranti yang digunakan untuk merekam parameter cuaca seperti curah hujan, kecepatan angin, arah angin, suhu, kelembaban dan intensitas cahaya.

Parameter cuaca tersebut nantinya akan dikorelasikan dengan data resistivitas tanah sehingga terdapat korelasi antara curah hujan dengan perubahan resistivitas tanah. Perubahan nilai resistivitas ini yang akan terus dimonitor sebagai langkah awal dalam proses mitigasi bencana tanah longsor. Energi listrik *multichannel resistivity* dan *weather station* dipasok dengan menggunakan teknologi solar panel yang ketiganya dipasang di *remote* area (daerah rawan longsor) sedangkan komunikasi data hasil akuisisi di daerah *remote* akan dikirimkan ke posko pengamatan melalui komunikasi *wireless*.

Tujuan dari penelitian ini adalah terciptanya suatu sistem monitoring tanah longsor terintegrasi yang terdiri dari *multichannel resistivity meter* dan *weather station* dengan sistem komunikasi *wireless*. Penelitian pada tahun pertama (2013) akan difokuskan pada rancang bangun prototipe *single channel resistivity meter*, prototipe *weather station*, prototipe solar panel sistem dengan komunikasi *wireless* yang dilengkapi dengan basis data.

Berdasarkan hasil pengujian hampir semua peralatan yang dikembangkan seperti *weather station*, solar panel dan sistem komunikasi data, nilai-nilai yang ditunjukkan oleh peralatan yang dikembangkan relatif cukup baik. Sedangkan pada *resistivity meter*, nilai yang ditunjukkan oleh peralatan masih memerlukan perbaikan lagi, terutama dari segi disain. Namun secara umum data-data yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki potensi untuk menghasilkan data yang valid.

**Kata kunci:** *single channel resistivity meter*, *weather station*, *solar panel system*, komunikasi *wireless*, basis data, resistivitas tanah

## DAFTAR ISI

RINGKASAN .....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	2
1.3    Tujuan Khusus .....	3
1.4    Keutamaan Penelitian.....	3
1.5    Target Hasil Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1    Kajian Sistem Monitoring Tanah Longsor.....	4
2.2    Kajian Sistem Monitoring Tanah Longsor.....	5
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT .....	9
BAB IV METODE PENELITIAN .....	10
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	13
5.1.1    Sensor Curah Hujan .....	13
5.1.2    Sensor Suhu dan Kelembaban .....	20
5.1.3    Sensor Kecepatan Angin.....	27
5.1.4    Resistivity Meter.....	31
5.1.5    Solar Panel .....	35
BAB VI RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA.....	38
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
DAFTAR PUSTAKA .....	39
LAMPIRAN.....	40

**DAFTAR TABEL**

Tabel 5.1. Klasifikasi Hujan.....	17
Tabel 5.2. Ketinggian Air untuk Setiap Klasifikasi.....	17
Tabel 5.3. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik Parallax PING.....	18
Tabel 5.4. Data Pengukuran Suhu.....	24
Tabel 5.5 Data Pengukuran Kelembaban.....	26
Tabel 5.6. Data Hasil Kalibrasi Cup Anemometer.....	29
Tabel 5.7. Pengujian pengkondisi sinyal ACS712.....	35
Tabel 5.8. Tabel Pengujian Pengukuran <i>Output</i> Panel Surya.....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema Sistem Monitoring Tanah Longsor Terintegrasi.....	2
Gambar 2. <i>State of the art</i> monitoring tanah longsor dengan menggunakan jaringan sensor Geofisika-Geoteknik.....	4
Gambar 3. Frequency Division Multiple Access (FDMA).....	6
Gambar 4. <i>Time Division Multiple Access</i> (TDMA) .....	6
Gambar 5 Perbedaan FDMA, TMDA dan CDMA.....	7
Gambar 6 perbedaan FDMA, TMDA dan CDMA.....	8
Gambar 7 Road Map Penelitian.....	10
Gambar 8. Metode Penelitian.....	11
Gambar 9. Arsitektur Aplikasi Stasiun Cuaca.....	13
Gambar 10. Sensor Curah Hujan.....	14
Gambar 11. Data teknis sensor curah hujan.....	14
Gambar 12. Sensor jarak ping parallax.....	15
Gambar 13. Katup selenoid.....	15
Gambar 14. Modul pengolah sensor curah hujan.....	16
Gambar 15. Sensor suhu dan kelembaban SHT 11.....	20
Gambar 16 Skema pengambilan data sensor SHT 11.....	21
Gambar 17. Proses pembacaan sensor SHT 11 oleh mikrokontroler.....	22
Gambar 18. Pengujian di luar ruangan.....	23
Gambar 19. <i>Screenshot</i> Perbandingan Suhu dan Kelembaban.....	24
Gambar 20. Grafik Hasil Pengukuran Suhu.....	25
Gambar 21 Grafik Hasil Pengukuran Kelembaban.....	26
Gambar 22. Desain baling-baling mangkuk.....	27
Gambar 23. Baling-baling mangkuk yang selesai dibuat.....	28
Gambar 24. Rotary Encoder.....	28
Gambar 25. Pengujian kinerja encoder.....	29
Gambar 26. Grafik Perbandingan Cup Anemometer dng Lutron anemometer...	30
Gambar 27. Grafik Selisih Hasil Pengukuran Anemometer.....	30
Gambar 28. Arsitektur Resistivity Meter.....	32
Gambar 29. Rangkain span-zero.....	33
Gambar 30. Arsitektur Solar Panel.....	36
Gambar 31. Skema Rangkaian <i>Buck Boost</i> .....	36
Gambar 32 Grafik Pengujian Pengukuran Output Panel Surya.....	37

## **DAFTAR LAMPIRAN**

1. Lampiran Personil Peneliti
2. Draf artikel ilmiah yang akan diusulkan dalam jurnal
3. Draf artikel ilmiah yang akan dipresentasikan dalam seminar nasional pada tanggal 30-31 Oktober 2013

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang dilintasi oleh garis katulistiwa dan memiliki iklim tropis serta memiliki curah hujan yang relatif tinggi. Curah hujan yang relatif tinggi tersebut dapat memicu terjadinya berbagai macam bencana salah satunya adalah tanah longsor sehingga baik secara langsung ataupun tidak langsung dapat mengakibatkan kerugian material maupun non material. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengurangi kerugian material maupun non material dari bencana tanah longsor tersebut melalui sistem peringatan dini, sehingga dengan adanya sistem peringatan dini dapat meminimalisir kerugian material maupun non material. Peringatan dini yang dikaji dalam penelitian ini menggunakan sistem monitoring. Sistem monitoring tanah longsor menurut Savvaidis, 2003 antara lain:

1. Teknik penginderaan jauh atau satelit
2. Teknik fotogrametri
3. Teknik geodesi (*ground-base*)
4. Teknik geodesi (*satellite-based*)
5. Geoteknik

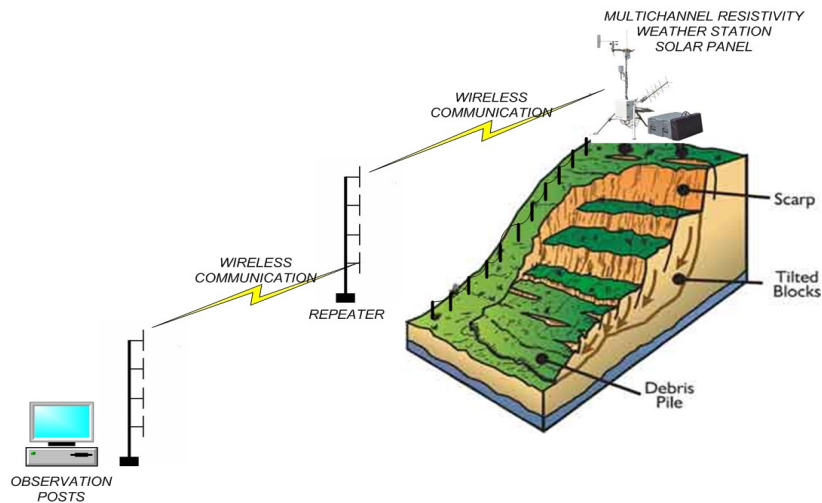
Teknik-teknik tersebut tidak dapat memberikan informasi secara rinci mengenai sifat geologi maupun mekanik tanah longsor. Informasi rinci tentang sifat geologi dan mekanik tanah longsor dapat diketahui melalui informasi sifat fisis bawah permukaan yang secara akurat dapat ditentukan melalui teknik eksplorasi geofisika dan pengeboran (Savvaidis, 2003). Teknik eksplorasi geofisika yang dipergunakan untuk investigasi tanah longsor menurut klasifikasi Cruden dan Varnes, 1996 meliputi : seismik refleksi, seismik refraksi, seismik topografi, pengukuran noise sesmik dengan menggunakan metoda vertikal maupun horizontal, *vertical electrical sounding* (VES), *electrical tomography*, *Spontaneous Potential* (SP), Listrik-Magnet *Ground Penetrating Radar* (GPR), *Borehole radar* dan gravimeter.

Sistem peringatan dini yang akan dikembangkan pada penelitian ini adalah sistem monitoring tanah longsor terintegrasi berbasis perubahan resistivitas tanah, skema sistem ditunjukkan gambar 1. Sistem monitoring tanah longsor ini apabila dimasukkan kepada klasifikasi Cruden dan Varnes, 1996, masuk ke dalam kelompok *electrical tomography*. Sistem



monitoring tanah longsor terintegrasi berbasis perubahan resistivitas tanah merupakan integrasi dari *multichannel resistivity meter* dan *weather station* yang dipasang di daerah *remote* dan dikendalikan dari posko pengamatan melalui sistem komunikasi *wireless*. Dimana keseluruhan sistem tersebut pasokan energi listriknya menggunakan teknologi solar panel.

*Multichannel resistivity meter* merupakan sebuah piranti yang digunakan untuk memetakan bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas tanah dan *weather station* merupakan piranti yang digunakan untuk merekam parameter cuaca seperti curah hujan, kecepatan angin, arah angin, suhu, kelembaban dan intensitas cahaya. Parameter cuaca tersebut nantinya akan dikorelasikan dengan data resistivitas tanah sehingga terdapat korelasi antara curah hujan dengan perubahan resistivitas tanah. Perubahan nilai resistivitas ini yang akan terus dimonitor sebagai langkah awal dalam proses mitigasi bencana tanah longsor. Energi listrik *multichannel resistivity* dan *weather station* dipasok dengan menggunakan teknologi solar panel yang ketiganya dipasang di *remote area* (daerah rawan longsor) sedangkan komunikasi data hasil akuisisi di daerah *remote* akan dikirimkan ke posko pengamatan melalui komunikasi *wireless*.



Gambar 3. Skema Sistem Monitoring Tanah Longsor Terintegrasi

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian adalah:

- a. Bagaimana merancang dan membangun prototipe sistem monitoring tanah longsor terintegrasi yang meliputi *single channel resistivity meter*, *weather station*, *solar panel system*, komunikasi *wireless* dan basis data.
- b. Bagaimana mengintegrasikan sub sistem di atas menjadi satu kesatuan sistem monitoring

- c. Bagaimana mengembangkan prototipe *single channel resistivity meter* menjadi protipe *multi channel resistivity meter*.
- d. Bagaimana mengembangkan prototipe menjadi produk dan sistem monitoring tanah longsor terintegrasi.

### 1.3 Tujuan Khusus

Tujuan dari penelitian ini adalah terciptanya suatu sistem monitoring tanah longsor terintegrasi. Tujuan penelitian tahun pertama adalah adanya prototipe *single channel resistivity meter*, prototipe *weather station*, prototipe solar panel sistem dengan komunikasi *wireless* yang dilengkapi dengan basis data.

### 1.4 Keutamaan Penelitian

Keutamaan dari penelitian ini yaitu:

1. Sistem monitoring tanah longsor yang terintegrasi ini merupakan suatu upaya dalam mitigasi bencana untuk mengurangi jumlah korban bencana tanah longsor sehingga dapat meminimalisir kerugian material maupun non material.
2. Dengan adanya sistem monitoring tanah longsor yang terintegrasi dapat memudahkan petugas di posko pengamatan untuk mengamati perubahan sifat fisis tanah sebelum terjadinya bencana tanah longsor.
3. Pemantauan perubahan resistivitas tanah secara berkala sehingga dapat memberikan informasi secara aktual sebelum terjadinya bencana tanah longsor.

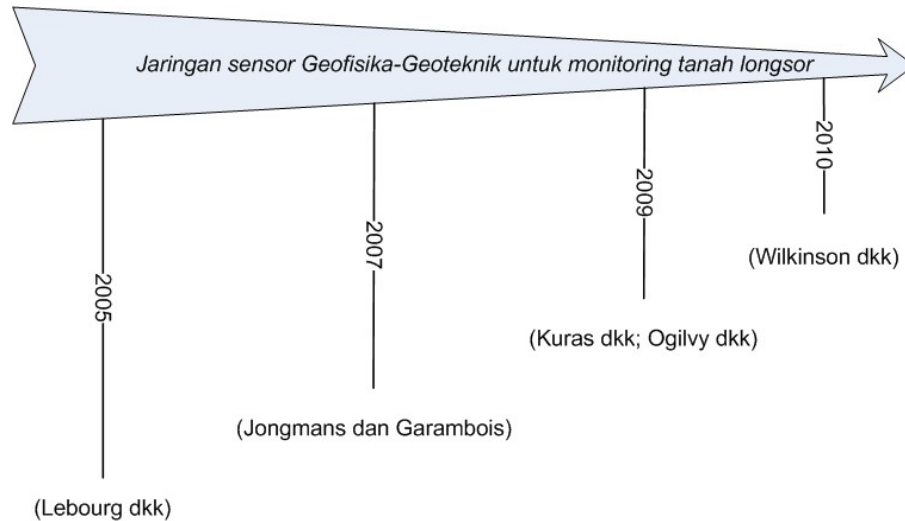
### 1.5 Target Hasil Penelitian

Adanya sistem monitoring tanah longsor terintegrasi meliputi integrasi *single channel resistivity meter*, *weather station*, komunikasi *wireless*, pengolahan data dengan program database dan *solar panel system* sebagai sumber energi, diharapkan dapat meningkatkan efektifitas komunikasi data perubahan nilai resistivitas tanah sebagai langkah awal pendeteksian potensi bencana. Monitoring tanah longsor secara berkala dapat dilakukan sehingga dapat meminimalisir kerugian akibat bencana tanah longsor.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kajian Sistem Monitoring Tanah Longsor

Status teknologi (*state of the art*) monitoring tanah longsor ditunjukkan pada gambar 2 di bawah ini



Gambar 4. *State of the art* monitoring tanah longsor dengan menggunakan jaringan sensor Geofisika-Geoteknik

Tahun 2005, Lebourg dkk mengungkapkan bahwa pemetaan bawah permukaan dengan menggunakan teknik *electrical tomography* dan *self potential* memiliki kekuatan yang sangat besar dalam menyediakan informasi bawah permukaan baik secara spasial ataupun secara *volumetric* (Lebourg, et al. 2005). Apabila data tersebut dikalibrasi dengan data geoteknik dan hidrogeologi maka dapat menentukan karakteristik variabel litologi dan memonitoring perubahan hidrolik yang terkait terhadap terjadinya tanah longsor. Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan Jongmans dan Garambois di tahun 2007, yang menggunakan teknik *electrical tomography* dan *self potential* untuk mempelajari struktur tanah longsor dan proses yang terkait dengan kejadian tersebut (Jongmans et al. 2007). Sementara Kuras dkk dan Ogilvy dkk melakukan pemantauan akuifer di daerah pesisir secara otomatis dengan teknik *electrical tomography* dan *self potential* (Kuras et al. 2009). Konsep pengukuran otomatis inilah digunakan oleh Wilkinson dkk untuk memprediksi pergerakan tanah (longsor) di daerah longsor aktif dengan menggunakan teknik *electrical tomography* dan *self potential* yang dilakukan secara berkala (Wilkinson, et al. 2010).

## 2.2 Kajian Sistem Monitoring Tanah Longsor

*Wireless* dalam bahasa Indonesia disebut **nirkabel**, adalah teknologi yang menghubungkan dua piranti untuk bertukar data atau suara tanpa menggunakan media kabel. Data dipertukarkan melalui media gelombang cahaya tertentu (seperti teknologi infra merah pada remote TV) atau gelombang radio (seperti *bluetooth* pada komputer dan ponsel) dengan frekuensi tertentu [1].

Kelebihan teknologi ini adalah mengeliminasi penggunaan kabel, yang bisa cukup mengganggu secara estetika, dan juga kerumitan instalasi untuk menghubungkan lebih dari 2 piranti bersamaan. Misalnya: untuk menghubungkan sebuah 1 komputer server dengan 100 komputer *client*, dibutuhkan minimal 100 buah kabel, dengan panjang bervariasi sesuai jarak komputer *client* dari server. Jika kabel-kabel ini tidak melalui jalur khusus yang ditutupi (seperti *cable tray* atau *conduit*), hal ini dapat mengganggu pemandangan mata atau interior suatu bangunan. Pemandangan tidak sedap ini tidak ditemui pada hubungan antar piranti berteknologi nirkabel.

Pemanfaatan Teknologi Nirkabel [1]

1. Layanan Bersifat tetap (fixed):
  - a. Penggunaan sekitar rumah (Cordless-DECT)
  - b. Sambungan lokal (wireless local loop-WLL)
  - c. Bluetooth: jarak pendek, kecepatan rendah
  - d. WiFi: jarak menengah, kecepatan cukup tinggi
  - e. WIMAX: jarak jauh, kecepatan tinggi
  - f. Satellite: jangkauan luas, kecepatan menengah
  - g. RFID: jangkauan sangat kecil
2. Layanan Bersifat bergerak (mobile):
  - a. Limited Mobility (Flexi)
  - b. Cellular (GSM, CDMA, 3G)
  - c. Satellite (GMPCS)

Kekurangan teknologi ini adalah kemungkinan interferensi terhadap sesama hubungan nirkabel pada piranti lainnya. Pada pembahas teknologi *wireless*, harus dipahami cara kerja berdasarkan modulasinya yang umum digunakan dalam teknologi komunikasi Wireless yang akan menjadi dasar perbedaan kemampuan pada teknologi komunikasi.

**a. Frequency Division Multiple Access ( FDMA)**

FDMA merupakan teknologi komunikasi wireless yang pertama di implementasikan dan digunakan oleh publik. Menggunakan transmisi analog dimana kanal tiap pengguna dibedakan berdasarkan frekuensi (satu pengguna di satu frekuensi, mirip dengan prinsip stasiun radio) [1].

dan digunakan oleh publik. Menggunakan transmisi analog dimana kanal tiap pengguna dibedakan berdasarkan frekuensi (satu pengguna di satu frekuensi, mirip dengan prinsip stasiun radio).

Gambar 3. Frequency Division Multiple Access (FDMA)[1]

**b. Time Division Multiple Access ( TDMA)**

TDMA merupakan teknologi komunikasi wireless yang dikomersialkan tahun 1993, menggunakan transmisi digital dimana Penggunaan saluran frekuensi menggunakan batasan waktu. Suara yang masuk kedalam saluran/kanal dikompresi kedalam format digital dan mempunyai ukuran yang kecil. Secara kapasitas TDMA mempunyai daya tampung menerima panggilan yang lebih luas dibanding model analog pada FDMA.

format digital dan mempunyai ukuran yang kecil. Secara kapasitas TDMA mempunyai daya tampung menerima panggilan yang lebih luas dibanding model analog pada FDMA.

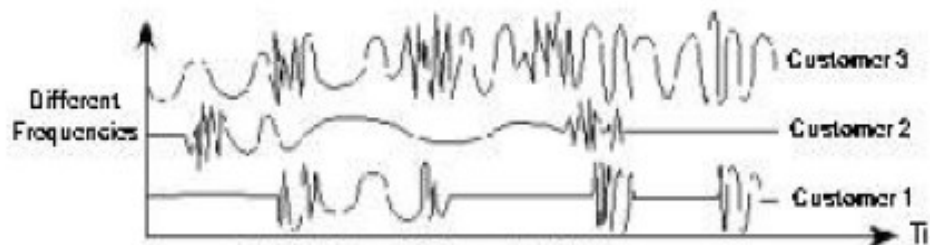
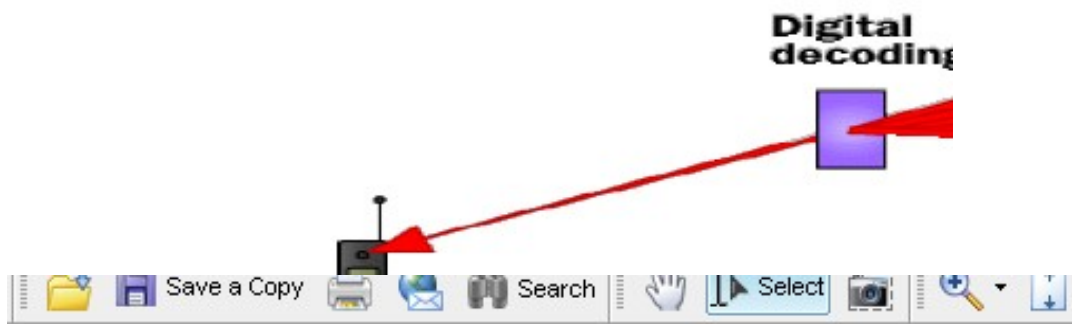


Gambar 4. Time Division Multiple Access (TDMA) [1]

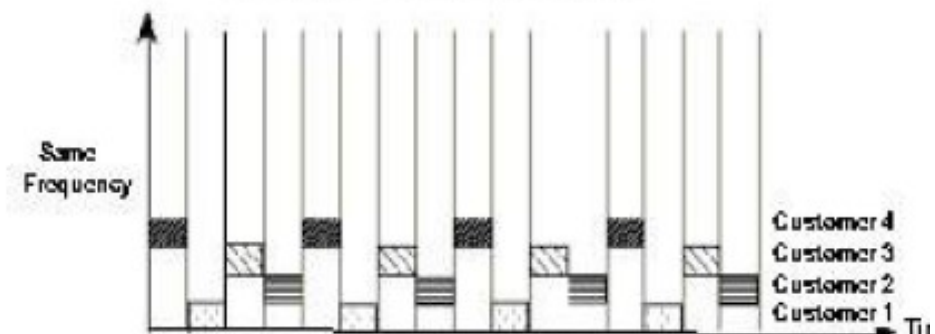
**c. Code Division Multiple Access ( CDMA)**

CDMA merupakan teknologi komunikasi wireless dimana pengiriman data (voice) yang masuk kedalam saluran/kanal dan akan dipecah-pecah menjadi potongan yang kecil-kecil dan masuk kedalam saluran frekuensi yang terpisah-pisah, kemudian paket data yang kecil-kecil tersebut akan disebarakan dengan kode yang “unik” dan hanya dapat diterima pada penerima yang mempunyai kesesuaian data yang akan diambil.

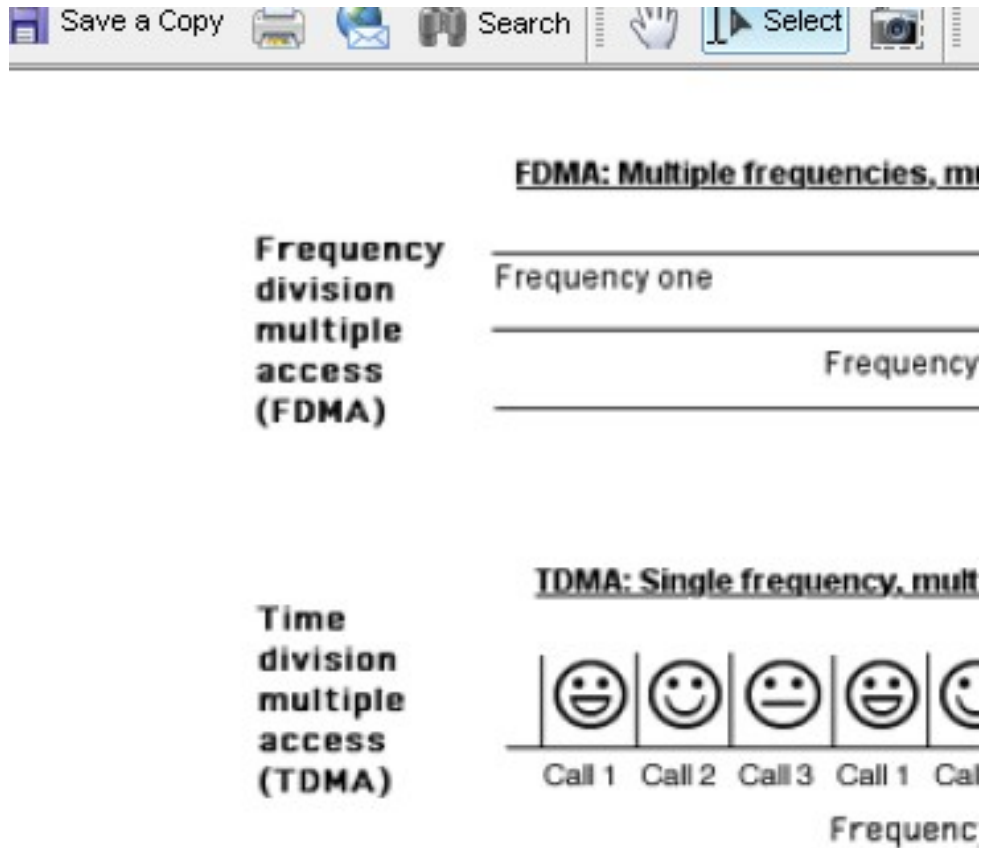
hanya dapat diterima pada penerima yang diambil.



**A: FDMA - Different Pitches**



Gambar 5 Perbedaan FDMA, TMDA dan CDMA [1]



Gambar 6 perbedaan FDMA, TMDA dan CDMA [1]

Berangkat dari rangkaian penelitian di atas maka dalam penelitian tahun pertama akan difokuskan pada beberapa sub-sub penelitian, meliputi rancang bangun *single resistivity meter* yang berfungsi sebagai alat akuisisi data resistivitas dengan perangkat komunikasi berbasis *wireless*, sub sistem perancangan *weather station* dan sub sistem perancangan solar panel sistem sebagai penyedia energi.

### **BAB III TUJUAN DAN MANFAAT**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan peralatan teknik yang dapat memantau dan mengetahui kondisi suatu tanah di lokasi tertentu sebelum tanah tersebut mengalami kelongsoran. Peralatan yang dikembangkan tersebut merupakan peralatan terintegrasi yang memadukan beberapa parameter yang mempengaruhi kelongsoran tanah, diantaranya suhu udara, kelembaban udara, curah hujan, kondisi resistiviti tanah, dll. Selain itu peralatan tersebut dioperasikan secara remote agar aman dan nyaman bagi operator serta cepat tanggal (responsive) terhadap perubahan kondisi lingkungan. Demikianpun dengan sumber tenaganya, peralatan yang dikembangkan ini didesain memiliki sumber tenaga sendiri yang bersumber dari energy surya.

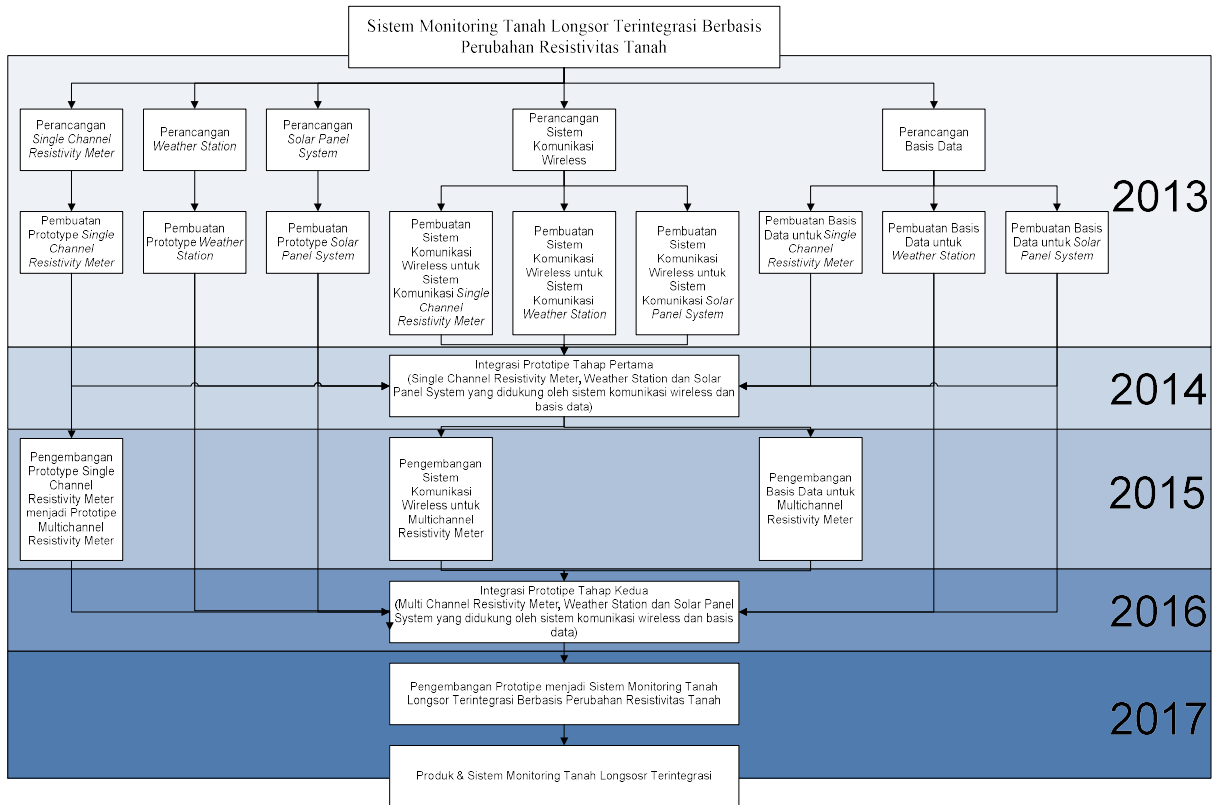
Manfaat yang dapat diambil dari peralatan yang diteliti dan dikembangkan ini yaitu dapat dijadikan sebagai upaya dalam melakukan mitigasi bencana, tindakan preventif/antisipatif sebelum bencana longsor terjadi serta aman dan nyaman dioperasikan.



## BAB IV METODE PENELITIAN

### 4.1 Road Map Penelitian

Penelitian secara global ditunjukkan gambar 7 berikut:

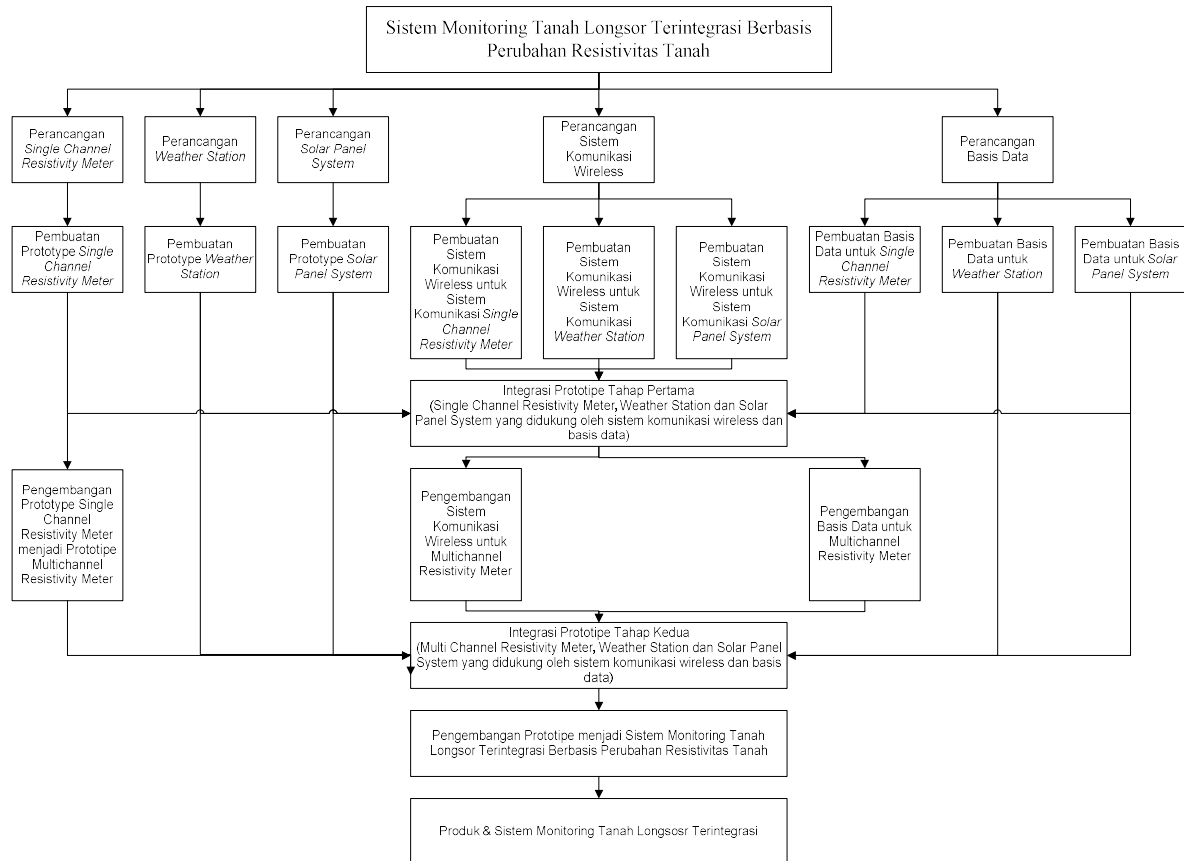


Gambar 7 Road Map Penelitian

Roadmap penelitian disusun untuk jangka waktu selama 5 tahun, dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2017. Penelitian pada tahun pertama (2013) akan difokuskan pada rancang bangun prototipe *single channel resistivity meter*, prototipe *weather station*, prototipe solar panel sistem dengan komunikasi *wireless* yang dilengkapi dengan basis data. Ketiga prototipe di atas belum terintegrasi satu sama lainnya. Proses integrasi prototipe di atas akan dilaksanakan pada tahun berikutnya di tahun 2014. Pada tahun 2015 akan dimulai pengembangan resistivity meter multi channel beserta sistem pendukung lainnya yaitu sistem komunikasi data untuk multi channel dan sistem penyimpanan data dalam bentuk database. Pada tahun 2016 akan dilakukan proses integrasi dari komponen-komponen yang sudah dikembangkan pada tahun 2015. Pada tahun 2017 akan diupayakan untuk membangun sistem yang sudah dikembangkan dalam skala produksi berkelas industri.

## 4.2 Metode Penelitian Tahun Pertama

Metode penelitian tahun pertama terbagi tiga sub penelitian, ditunjukkan gambar 8 berikut ini:



Gambar 8. Metode Penelitian

Untuk membangun sistem monitoring tanah longsor terintegrasi, diperlukan pengembangan sub-sub sistem yang terdiri dari: stasiun cuaca, resistivity meter, solar panel dan sistem komunikasi data. Keempat sub sistem tersebut akan dikembangkan secara simultan.

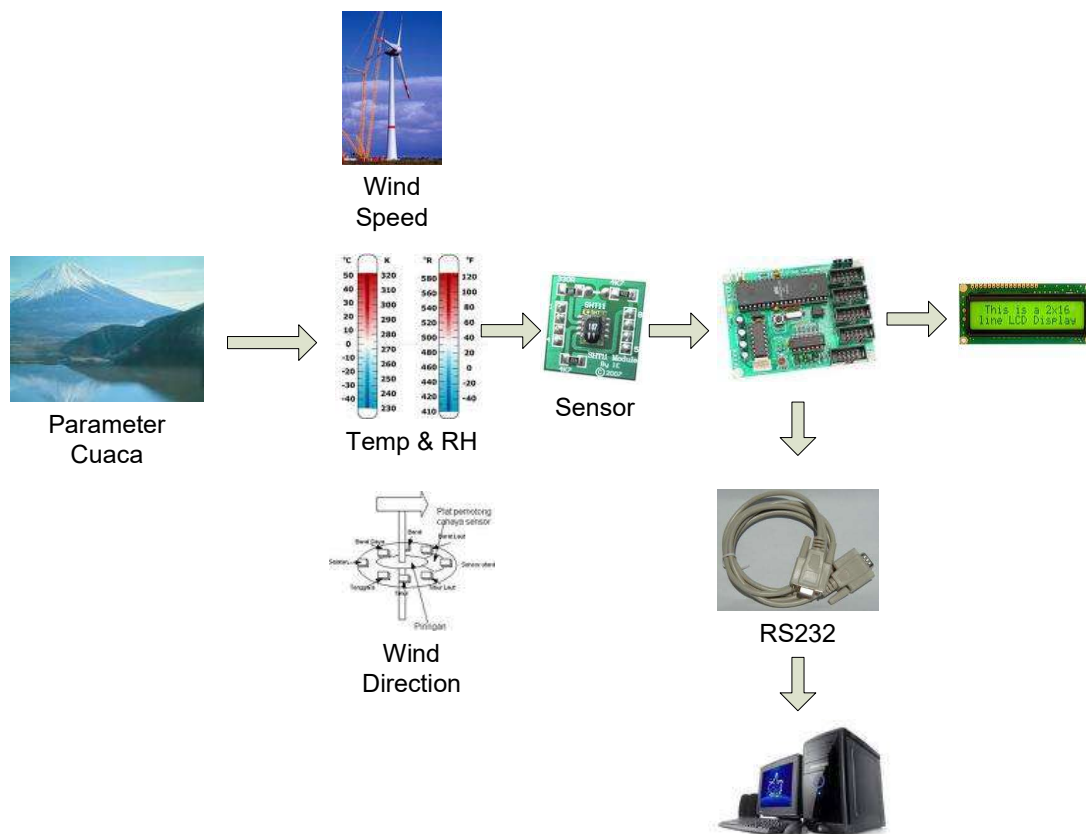
Pengembangan stasiun cuaca akan difokuskan pada sistem pengukuran parameter cuaca sebagai berikut: suhu, kelembaban, curah hujan, kecepatan angin dan arah angin. Pengembangan solar panel akan difokuskan pada single channel dan memanfaatkan sensor arus yang presisi ACS 712. Pengembangan solar panel akan difokuskan pada sistem yang dapat menghasilkan tegangan stabil dan mampu menyimpan dan mencatu daya secara kontinyu. Pada sistem komunikasi data akan difokuskan pada sistem yang mampu berkomunikasi untuk jarak 2-7 km dengan kualitas data yang handal dan real time.

Seluruh sub sistem tersebut akan diujicoba secara laboratorium. Namun demikian akan diupayakan untuk menghasilkan data yang valid. Untuk itu seluruh data yang dihasilkan dari sub sistem tersebut akan dikalibrasi.

## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Stasiun Cuaca

Arsitektur aplikasi stasiun cuaca yang sudah dikembangkan dapat dilihat pada gambar 9. Parameter cuaca yang dibaca oleh aplikasi tersebut terdiri dari suhu, kelembaban, curah hujan, kecepatan angin dan arah angin. Data parameter tersebut diolah oleh mikrokontroler dan dikirimkan ke PC (*Personal Computer*) melalui jaringan komunikasi data serial. Komputer selanjutnya mengolah data parameter tersebut, menyimpan dan menampilkannya ke layar monitor sehingga kondisi cuaca secara riil dapat dipantau.



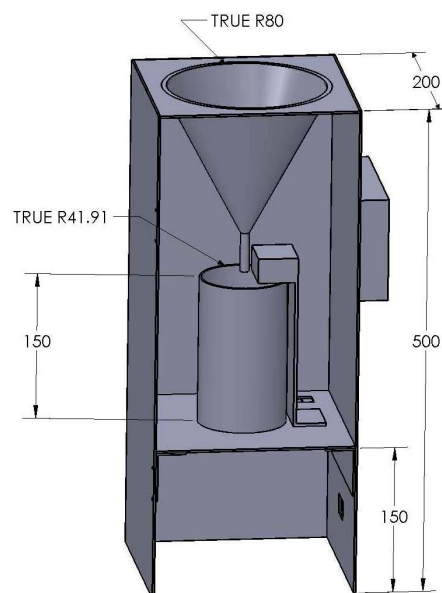
Gambar 9. Arsitektur Aplikasi Stasiun Cuaca

#### 5.1.1 Sensor Curah Hujan

Untuk mengukur curah hujan, dikembangkan sebuah sensor curah hujan seperti terlihat pada gambar 10. Data teknis sensor curah hujan dapat dilihat pada gambar 11.

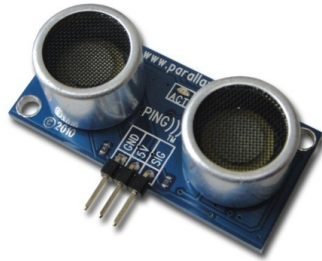


Gambar 10. Sensor Curah Hujan



Gambar 11. Data teknis sensor curah hujan

Cara kerja sensor curah hujan tersebut dijelaskan berikut ini. Corong berfungsi untuk memasukan air hujan ke tabung. Ketinggian air hujan yang ditampung di tabung selanjutnya dibaca oleh sebuah sensor jarak yang disebut ping parallax (gambar 12). Data ketinggian tersebut dan ukuran tabung selanjutnya dihitung oleh mikrokontroler untuk menentukan volume air hujan. Perhitungan curah hujan dijelaskan berikut ini.



Gambar 12. Sensor jarak ping parallax

Curah hujan adalah banyaknya air yang jatuh pada bidang permukaan bumi. Secara matematik dihitung sebagai berikut:

$$\text{Curah Hujan (mm)} = \frac{\text{Volume air dalam penampung (mm}^3\text{)}}{\text{Luas permukaan penerima hujan (mm}^2\text{)}}$$

yang dimaksud dengan curah hujan 1mm adalah pada area datar seluas 1m<sup>2</sup> tertampung air setinggi 1mm atau 1 liter.

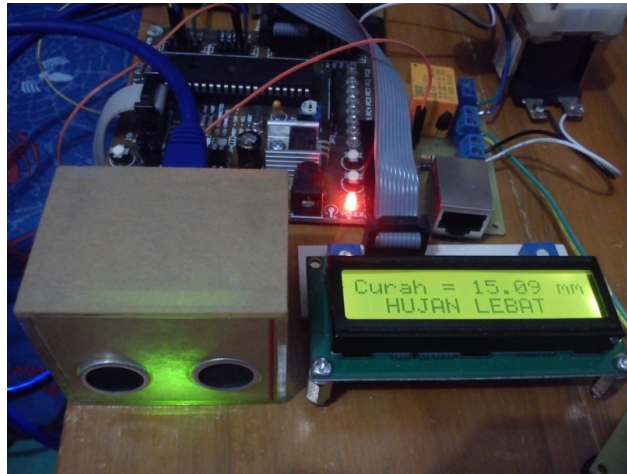
Sementara intensitas curah hujan dihitung berdasarkan banyaknya curah hujan per satuan waktu:

$$\text{Intensitas Curah Hujan (mm/jam)} = \frac{\text{Curah Hujan (mm)}}{\text{Waktu (jam)}}$$

Setelah perhitungan curah hujan selesai tersebut, air hujan pada tabung penampung selanjutnya dibuang secara otomatis menggunakan katup selenoid, terlihat pada gambar 13. Seluruh proses kerja tersebut dikendalikan oleh modul kendali sensor curah hujan, terlihat pada gambar 14.



Gambar 13. Katup selenoid



Gambar 14. Modul pengolah sensor curah hujan

Alat pengukur curah hujan ini menggunakan prinsip kerja dari sensor ultrasonik Parallax PING sebagai pengukur ketinggian air. Tinggi air yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik PING akan dimasukkan pada rumus yang sudah dipersiapkan pada mikrokontroler ATmega 8535. Cara kerja alat ini adalah dengan mengumpulkan air hujan selama 15 menit pada tabung penampung, lalu sensor ultrasonik PING mengukur jarak dari sensor ke permukaan air. Hasil jarak tersebut kemudian digunakan untuk mengetahui ketinggian air. Tinggi air yang terdeteksi diperoleh dari hasil rumus :

$$\textit{Tinggi Air} = \textit{Tinggi penampung} - \textit{Jarak hasil pengukuran sensor}$$

Tinggi air tersebut kemudian dimasukkan pada rumus penghitung curah hujan :

$$\textit{Curah Hujan (mm)} = \frac{\textit{Volume air dalam penampung (mm}^3\textit{)}}{\textit{Luas permukaan penerima hujan (mm}^2\textit{)}}$$

Idealnya hasil curah hujan tersebut dibiarkan selama satu jam untuk memperoleh hasil intensitas curah hujan per jam (mm/jam). Namun pada alat ini pengukuran intensitas curah hujan dilakukan dengan mengumpulkan air selama 10 menit yang kemudian dikalikan dengan bilangan 6 untuk mendapatkan hasil mm/jam. Hal ini dilakukan agar hasil pengamatan bisa dilakukan lebih cepat, yaitu setiap 10 menit. Setelah 10 menit maka secara otomatis keran solenoid akan

aktif dan membuang air hujan yang tertampung. Hal ini dilakukan sebagai cara mereset pengukuran curah hujan, sehingga setiap 10 menit pengukuran dilakukan dari awal lagi.

Prakiraan cuaca yang diberikan BMKG untuk hari Minggu, 24 November 2013 adalah hujan ringan yang berarti terdapat intensitas curah hujan sebesar 1-5 mm/jam, atau sama dengan 5-20 mm/hari. Namun pada kenyataannya pada hari Minggu, 24 November 2013 tidak terjadi hujan ringan, sehingga pengujian dilakukan dengan cara menyiram alat dengan air untuk mengetahui ketepatan pengukuran sensor ultrasonik PING.

Menurut BMKG intensitas curah hujan dapat diklasifikasikan dalam satuan mm/jam atau mm/hari. Berikut adalah klasifikasi intensitas curah hujan :

Tabel 5.1. Klasifikasi Hujan

<b>Klasifikasi Hujan</b>	<b>Intensitas per Jam</b>	<b>Intensitas per Hari</b>
Hujan Sangat Ringan	< 1 mm	< 5 mm
Hujan Ringan	1 mm – 5 mm	5 mm – 20 mm
Hujan Sedang	5 mm – 10 mm	20 mm – 50 mm
Hujan Lebat	10 mm – 20 mm	51 mm – 100 mm
Hujan Sangat Lebat	> 20 mm	> 100 mm

Alat penakar curah hujan ini menggunakan satuan intensitas per jam, maka satuannya yaitu mm/jam. Artinya air dikumpulkan selama satu jam kemudian diukur oleh sensor ultrasonik PING. Dari klasifikasi tersebut diatas jika dikaitkan dengan rumus intensitas curah hujan maka didapatkan range ketinggian air dalam penampung.

Tabel 5.2. Ketinggian Air untuk Setiap Klasifikasi

<b>Klasifikasi Hujan</b>	<b>Intensitas per Jam</b>	<b>Ketinggian Air dalam Penampung</b>
Hujan Sangat Ringan	< 1 mm	0 mm – 3,62 mm
Hujan Ringan	1 mm – 5 mm	3,62 mm – 18,21 mm
Hujan Sedang	5 mm – 10 mm	18,21 mm – 36,44 mm
Hujan Lebat	10 mm – 20 mm	36,44 mm – 72,87 mm
Hujan Sangat Lebat	> 20 mm	> 72,87 mm



Ketinggian air tersebut diperoleh dari hasil perhitungan rumus intensitas curah hujan yang disesuaikan dengan dimensi alat ini. Untuk luas penampang permukaan penerima hujan sebesar 200 cm<sup>2</sup> atau sama dengan 20.000 mm<sup>2</sup>. Dan jari-jari penampung air hujan adalah 41,91 mm. Misalkan untuk hujan sangat ringan yaitu 1 mm – 5 mm per jam, tinggi air maksimumnya adalah:

$$\text{Curah Hujan (mm)} = \frac{\text{Volume air dalam penampung (mm}^3\text{)}}{\text{Luas permukaan penerima hujan (mm}^2\text{)}}$$



$$1 \text{ mm} = \frac{\pi \times r^2 \times t}{20000 \text{ mm}^2}$$


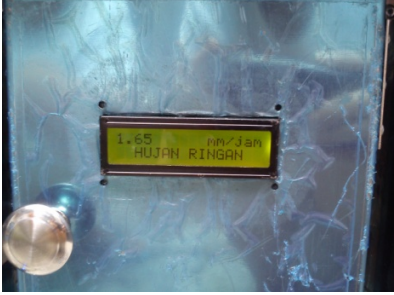






$$1 \text{ mm} = \frac{3,14 \times (41,91 \text{ mm})^2 \times t}{20000 \text{ mm}^2}$$

$$t = \frac{20000 \text{ mm}^3}{5515,247 \text{ mm}^2} = 3,62 \text{ mm}$$

Perhitungan tersebut digunakan untuk memperoleh tinggi air minimum dan maksimum untuk masing-masing klasifikasi hujan diatas. Dari data ketinggian air ideal untuk masing-masing klasifikasi, maka dilakukan percobaan memasukkan air kedalam penampung.

Tabel 5.3. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik Parallax PING

Ketinggian Air	Gambar	Hasil Pembacaan pada LCD
0 mm		

6 mm		
27 mm		
39 mm		
92 mm		

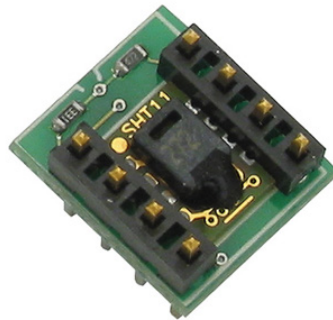
Pengukuran ini dilakukan dengan memasukkan air kedalam penampung dan membiarkannya selama 10 menit agar sensor ultrasonik PING dapat membaca ketinggian air. Lalu setelah 10 menit tersebut intensitas curah hujan ditampilkan ke LCD dengan dilengkapi

keterangan klasifikasi hujan. Pada saat yang bersamaan solenoida aktif dan membuang air yang tertampung.

Setelah dilakukan pengujian sensor tersebut dapat disimpulkan bahwa alat pengukur curah hujan ini bekerja dengan baik. Adapun nilai intensitas curah hujan juga dapat dilihat pada aplikasi visual basic dalam bentuk real time, sehingga data yang ditampilkan adalah berupa perubahan setiap detik. Dan data disimpan kedalam database setiap satu menit, sehingga pengamat bisa melihat intensitas curah hujan dalam jangka waktu satu jam dengan melihat waktu yang tertera pada kolom waktu.

### 5.1.2 Sensor Suhu dan Kelembaban

Untuk mengukur suhu dan kelembaban digunakan sensor SHT 11, terlihat pada gambar 15.



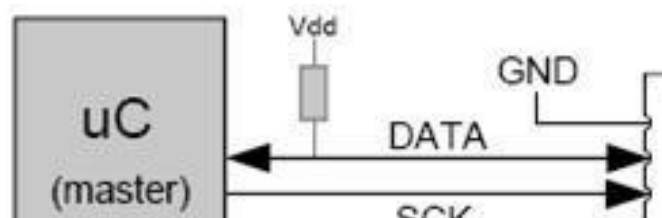
Gambar 15. Sensor suhu dan kelembaban SHT 11

SHT11 Module merupakan modul sensor suhu dan kelembaban relatif dari *Sensirion*. Modul ini dapat digunakan sebagai alat pengindra suhu dan kelembaban dalam aplikasi pengendali suhu dan kelembaban ruangan maupun aplikasi pemantau suhu dan kelembaban relatif ruangan.

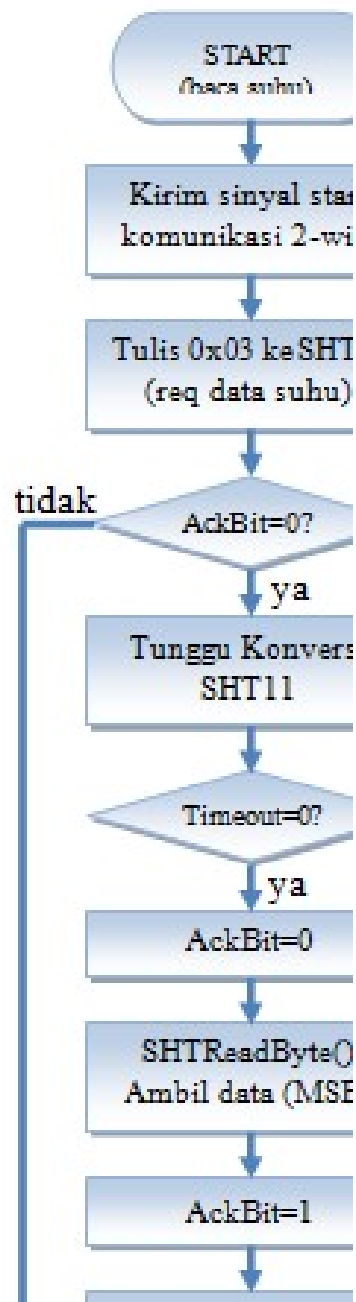
SHT11 adalah sebuah *single chip* sensor suhu dan kelembaban relatif dengan multi modul sensor yang outputnya telah dikalibrasi secara digital. Dibagian dalamnya terdapat kapasitas polimer sebagai elemen untuk sensor kelembaban relatif dan sebuah pita regangan yang digunakan sebagai sensor temperatur. Output kedua sensor digabungkan dan dihubungkan pada ADC 14 bit dan sebuah interface serial pada satu chip yang sama. Sensor ini menghasilkan sinyal keluaran yang baik dengan waktu respon yang cepat. SHT11 ini dikalibrasi pada ruangan dengan kelembaban yang teliti menggunakan hygrometer sebagai referensinya. Koefisien

kalibrasinya telah diprogramkan kedalam OTP memory. Koefisien tersebut akan digunakan untuk mengkalibrasi keluaran dari sensor selama proses pengukuran.

Sistem sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban adalah SHT11 dengan sumber tegangan 5 Volt dan komunikasi *bidirectional 2-wire*. Sistem sensor ini mempunyai 1 jalur data yang digunakan untuk perintah pengalamatan dan pembacaan data. Pengambilan data untuk masing-masing pengukuran dilakukan dengan memberikan perintah pengalamatan oleh mikrokontroler. Kaki serial Data yang terhubung dengan mikrokontroler memberikan perintah pengalamatan pada pin Data SHT11 “00000101” untuk mengukur kelembaban relatif dan “00000011” untuk pengukuran temperatur. SHT11 memberikan keluaran data kelembaban dan temperatur pada pin Data secara bergantian sesuai dengan clock yang diberikan mikrokontroler agar sensor dapat bekerja. Sensor SHT11 memiliki ADC (*Analog to Digital Converter*) di dalamnya sehingga keluaran data SHT11 sudah terkonversi dalam bentuk data digital dan tidak memerlukan ADC eksternal dalam pengolahan data pada mikrokontroler. Skema pengambilan data SHT11 dapat dilihat pada gambar 16 berikut ini dan pembacaan sensor dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 16. Skema pengambilan data sensor SHT 11



Gambar 17. Proses pembacaan sensor SHT 11 oleh mikrokontroler

Proses pembacaan data sensor SHT 11 oleh mikrokontroler dijelaskan sesuai dengan diagram alir pada gambar 17. Misal PA.0 dihubungkan ke SDA dan PA.1 dihubungkan ke SCL. PA.0 digunakan untuk membaca dan menulis data dari/ke modul SHT11. Sedangkan PA.1 digunakan untuk menghasilkan pulsa (clock) untuk sinkronisasi proses komunikasi 2-wire. Dalam permintaan pengukuran temperatur dan kelembapan secara teknis sama hanya

perbedaannya terletak nilai byte permintaan pengukuran yaitu nilai byte=0×03 untuk temperatur dan nilai byte=0×05 untuk kelembapan. Diagram alir program untuk meminta modul SHT11 melakukan pengukuran temperatur serta membaca hasil pengukuran seperti pada diagram alir gambar 17.

Dari diagram alir tersebut, pembacaan suhu dimulai dengan mengirim sinyal start untuk memulai komunikasi serial 2-wire. Setelah itu program mengirim 0×03 ke SHT11 yang merupakan perintah untuk memulai pengukuran suhu. Rutin SHTWriteByte (0×03) akan memberikan nilai ACK yang disimpan dalam variabel AckBit. Jika variabel AckBit bernilai 0, maka program akan menunggu selesainya pengukuran SHT11 dengan memanggil rutin SHTWait(). Rutin SHTWait() akan memberikan suatu nilai yang kemudian disimpan pada variabel TimeOut. Variabel TimeOut akan bernilai 0 jika pengukuran SHT11 selesai dan data siap. Setelah pengukuran selesai, data suhu akan dibaca MSB dulu kemudian LSB. Pembacaan data MSB dilakukan dengan memberi nilai variabel AckBit = 0, sedangkan pembacaan data LSB dilakukan dengan memberi nilai variabel AckBit = 1.

Pengujian yang dilakukan dengan cara mengkomunikasikan modul sensor SHT11 dengan mikrokontroler ATmega 8535. Hasil yang diperoleh dari sensor tersebut kemudian ditampilkan pada komputer dengan tampilan aplikasi *visual basic*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran SHT11 dengan hasil *online* pada telepon genggam dengan menggunakan aplikasi GO Weather EX. Pengujian pengukuran dilakukan di perumahan Sadang Serang - Bandung pada hari Minggu tanggal 24 November 2013, pada pukul 07:00 sampai dengan pukul 09:00.



Gambar 18. Pengujian di luar ruangan



Gambar 19. Screenshot Pembandingan Suhu dan Kelembaban

Data dari hasil pengujian pengukuran tersebut adalah sebagai berikut:

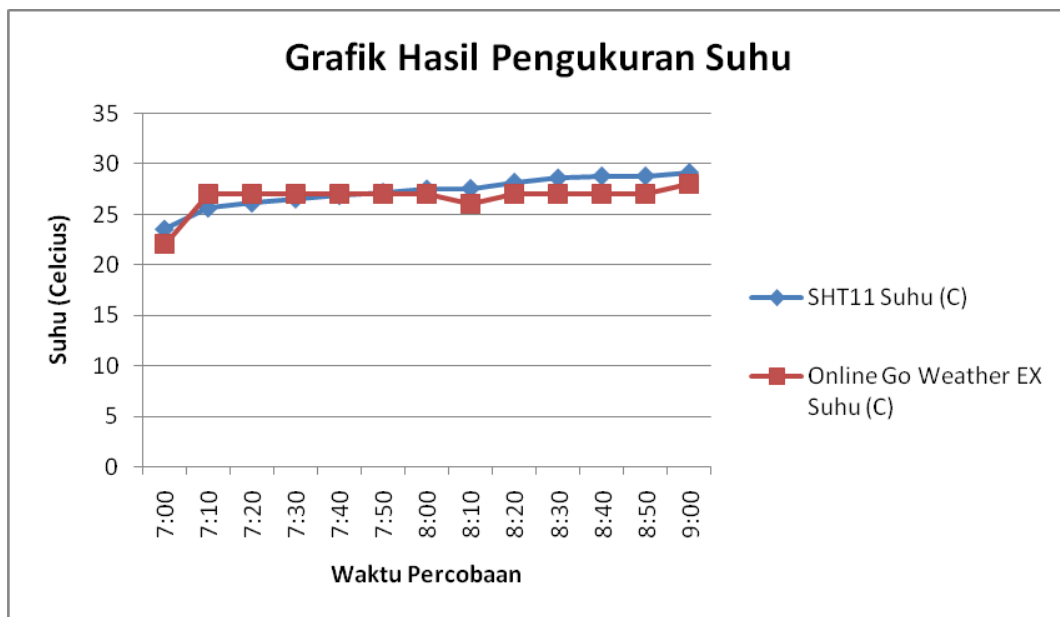
Tabel 5.4. Data Pengukuran Suhu

Jam	SHT11 Suhu (°C)	Online Go Weather EX Suhu (°C)	Error (%)
7:00	23,58	22	7,18
7:10	25,66	27	4,96
7:20	26,16	27	3,11
7:30	26,56	27	1,63
7:40	26,88	27	0,44
7:50	27,21	27	0,78
8:00	27,54	27	2,00
8:10	27,59	26	6,12
8:20	28,20	27	4,44
8:30	28,62	27	6,00
8:40	28,82	27	6,74
8:50	28,82	27	6,74
9:00	29,16	28	4,14

Error (%) didapatkan dari rumus berikut:

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{data SHT11} - \text{data online}}{\text{data online}} \times 100\%$$

Data pengukuran suhu dari SHT11 dan aplikasi *online* GO Weather EX ditampilkan dalam bentuk grafik untuk mengetahui perbedaan hasil pengukuran dalam bentuk visual. Hasil dari grafik tersebut dapat dilihat dari gambar dibawah ini:



Gambar 20. Grafik Hasil Pengukuran Suhu

Dari data hasil pengukuran tersebut diatas, dapat diketahui nilai error terendah adalah 0,44% dan nilai error tertinggi adalah 7,18%. Nilai error tertinggi terjadi pada menit pertama percobaan, hal ini dapat disebabkan karena pembanding yang berupa aplikasi GO Weather EX memerlukan waktu untuk mendapatkan data suhu terbaru. Aplikasi ini memberikan informasi nilai suhu secara online yang diperoleh dari nilai suhu kota yang bersangkutan secara keseluruhan. Hal ini dapat menjadi kelemahan perbandingan pengukuran karena alat stasiun cuaca ini hanya mengukur suhu dimana alat ini diletakkan, sedangkan aplikasi pembanding memberikan informasi nilai suhu kota keseluruhan. Sehingga nilai error yang didapatkan bisa jauh berbeda dengan nilai aplikasi pembanding.

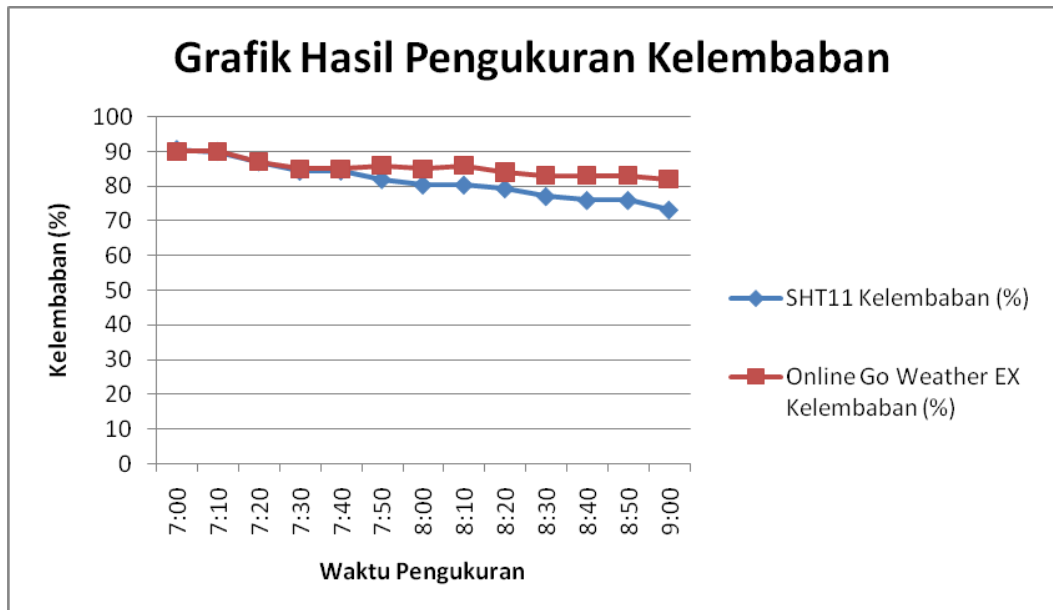
Dalam waktu yang sama pengukuran kelembaban juga dilakukan. Data dari hasil pengukuran kelembaban tersebut adalah sebagai berikut:



Tabel 5.5 Data Pengukuran Kelembaban

Jam	SHT11 Kelembaban (%)	Online Go Weather EX Kelembaban (%)	Error (%)
7:00	90,69	90	0,77
7:10	90,13	90	0,14
7:20	87,08	87	0,09
7:30	84,34	85	0,78
7:40	84,39	85	0,72
7:50	81,93	86	4,73
8:00	80,35	85	5,47
8:10	80,35	86	6,57
8:20	79,26	84	5,64
8:30	77,02	83	7,20
8:40	75,89	83	8,57
8:50	75,89	83	8,57
9:00	73,11	82	10,84

Untuk mendapatkan nilai *error* pengukuran kelembaban sama dengan cara pada nilai *error* pengukuran suhu. Data pengukuran kelembaban dari SHT11 dan aplikasi *online* GO Weather EX ditampilkan dalam bentuk grafik untuk mengetahui perbedaan hasil pengukuran dalam bentuk visual. Hasil dari grafik tersebut dapat dilihat dari gambar dibawah ini :



Gambar 21 Grafik Hasil Pengukuran Kelembaban

Berbeda dengan nilai *error* yang diperoleh pada pengukuran suhu, nilai *error* tertinggi pada pengukuran kelembaban mencapai 10,84%. Ini disebabkan karena nilai kelembaban pada aplikasi GO Weather EX cenderung tidak berubah.

Jika dilihat dari data yang diperoleh dalam rentang waktu selama dua jam, maka nilai rata-rata untuk suhu adalah 27,29 °C, dan nilai rata-rata untuk kelembaban adalah 81,57%. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai prakiraan cuaca untuk hari Minggu tanggal 24 November 2013 yang diberikan oleh BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) daerah Bandung. Prakiraan cuaca tersebut dapat dilihat dari situs *website* milik BMKG [www.bmkg.go.id](http://www.bmkg.go.id). Hasil dari pengukuran tersebut berada dalam *range* nilai yang diperkirakan oleh BMKG.

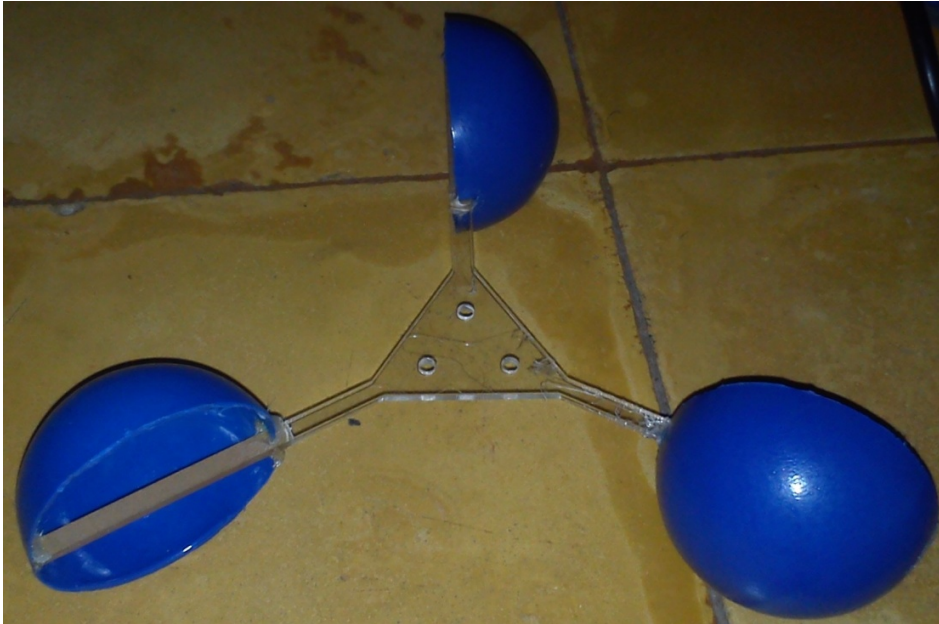
### 5.1.3 Sensor Kecepatan Angin

Angin merupakan pergerakan udara yang disebabkan karena adanya perbedaan tekanan udara suatu tempat dengan tempat lain. Dengan adanya pergerakan udara di atmosfer ini maka terjadilah distribusi partikel-partikel udara kering (debu, asap, dsb) maupun partikel basah seperti uap air. Pengukuran angin permukaan merupakan pengukuran arah dan kecepatan angin yang terjadi di permukaan bumi dengan ketinggian antara 0.5 sampai 10 meter. Alat yang paling baik untuk mengukur permukaan angin adalah anemometer.



Gambar 22. Desain baling-baling mangkuk

Desain sensor untuk mengukur kecepatan angin yang dikembangkan ini menggunakan model baling-baling mangkuk (rotary cup) seperti terlihat pada gambar 22. Gambar 23 menunjukkan baling-baling mangkuk yang sudah selesai dibuat.



Gambar 23. Baling-baling mangkuk yang selesai dibuat

Baling-baling mangkuk tersebut dihubungkan oleh suatu mekanisme mekanik ke *rotary encoder* (gambar 24). Rotary encoder adalah divais elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. Rotary encoder umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah. Sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh rotary encoder untuk diteruskan oleh rangkaian kendali. Rotary encoder umumnya digunakan pada pengendalian robot, motor drive, dll.



Gambar 24. Rotary Encoder

Pulsa yang dihasilkan oleh rotary encoder dibaca oleh mikrokontroler dan selanjutnya dihitung untuk mengukur kecepatan angin. Perhitungan tersebut senantiasa dikalibrasi agar menghasilkan data kecepatan angin yang akurat.

Pengujian *encoder* dilakukan dengan cara meniupkan angin pada *cup* Anemometer sehingga rotor anemometer berputar. *Encoder* mengubah gerakan putar rotor menjadi pulsa. Pulsa yang di hasilkan oleh *encoder* akan di tampilkan di *display*.



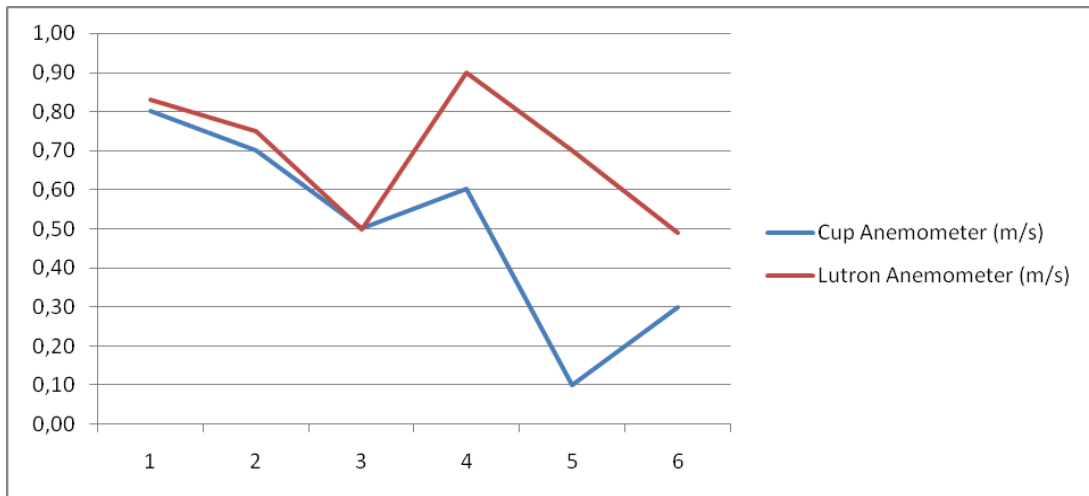
Gambar 25. Pengujian kinerja encoder

Dari hasil pengujian di atas dapat di ketahui encoder sudah berjalan sesuai dengan fungsinya. Dan *output* dari *encoder* sebesar 5vdc.

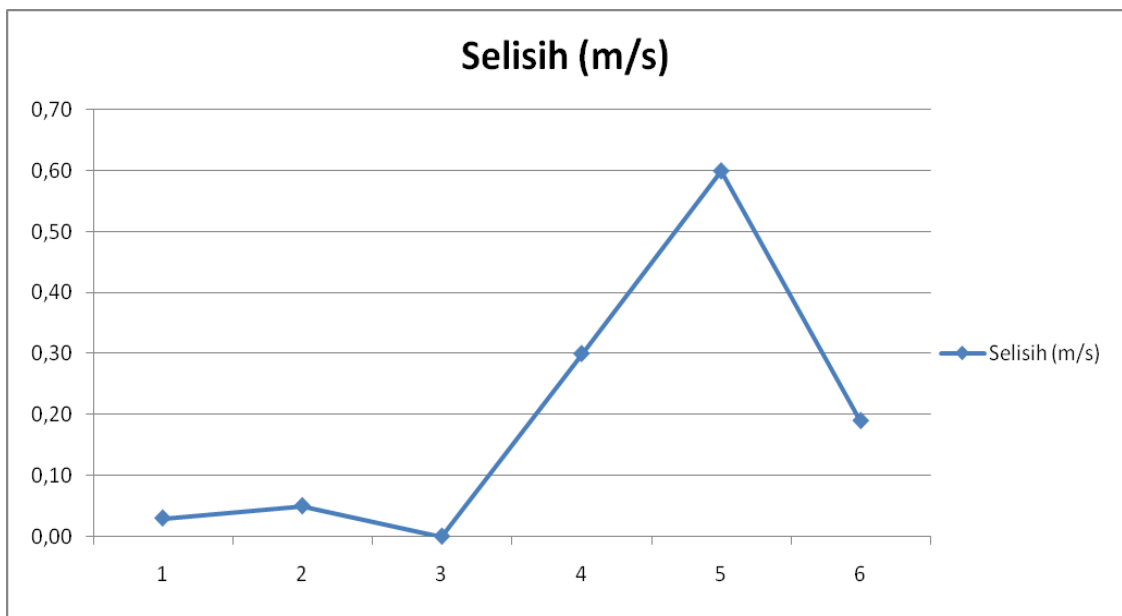
Kalibrasi alat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sampai sejauh mana kepresisian alat ukur yang telah di buat. Proses kalibrasi di lakukan dengan cara meniupkan angin dari blower ke cup anemometer, dan membandingkan hasil pengukuran dari anemometer yang telah di buat dengan anemometer standar yang telah ada. Disini anemometer yang digunakan sebagai pembanding adalah anemometer lutron yang menggunakan baling-baling sebagai sensornya. Berikut adalah data hasil kalibrasi pertama yang dilakukan pada *cup* anemometer.

Tabel 5.6. Data Hasil Kalibrasi Cup Anemometer

<b>Cup Anemometer (m/s)</b>	<b>Lutron Anemometer (m/s)</b>	<b>Selisih (m/s)</b>
0,80	0,83	0,03
0,70	0,75	0,05
0,50	0,50	0,00
0,60	0,90	0,30
0,10	0,70	0,60
0,30	0,49	0,19



Gambar 26. Grafik Perbandingan Cup Anemometer Dengan Lutron anemometer



Gambar 27. Grafik Selisih Hasil Pengukuran Anemometer

Dari data kalibrasi diatas dapat dilihat masih terdapat selisih pada hasil pengukuran dimana hasil pengukurannyapun masih berfluktuasi. Adapun kemungkinan terjadinya selisih tersebut bisa di sebabkan oleh dua faktor.

- Karena kesalahan operator  
Kemungkinan yang terjadi disini adalah pada saat penempatan posisi dan jarak dari kedua anemometer yang berbeda terhadap blower sebagai sumber angin.
- Terjadi kesalahan pada alat  
Pada kasus ini ada beberapa kemungkinan yang terjadi pada alat diantaranya :
  - Terjadi gesekan berlebih antara rotor dengan housing.
  - Fluktuasi sinyal encoder pada rangkaian.
  - Faktor getaran yang di sebabkan oleh benda.

#### 5.1.4 Resistivity Meter

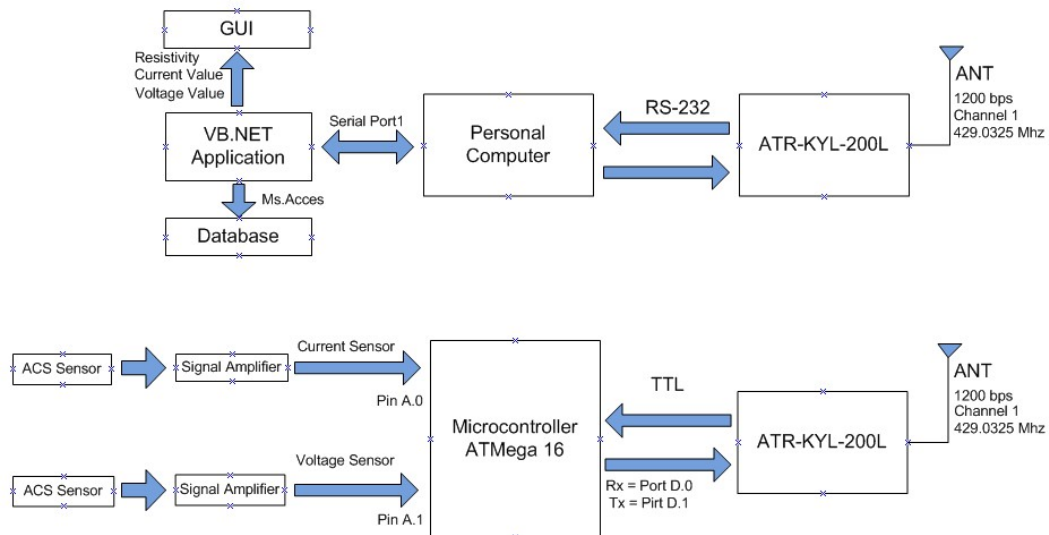
Resistivity Meter adalah alat ukur untuk mengukur geolistrik. Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika untuk mengetahui perubahan tahanan jenis lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (Direct Current) yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah. Injeksi arus listrik ini menggunakan 2 buah “ Elektroda Arus” A & B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu. Semakin panjang jarak elektroda AB akan menyebabkan aliran arus listrik bias menembus lapisan batuan lebih dalam.

Aliran arus listrik tersebut akan menimbulkan tegangan listrik dalam tanah. Tegangan listrik yang terjadi dipermukaan tanah diukur dengan menggunakan multimeter yang terhubung melalui 2 buah “ Elektroda Tegangan” M & N yang jaraknya lebih pendek dari pada jarak elektroda AB. Bila posisi jarak elektroda AB diubah menjadi lebih besar maka tegangan listrik yang terjadi pada elektroda MN ikut berubah sesuai dengan informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi arus listrik pada kedalaman yang lebih besar.

Kombinasi dari jarak  $AB/2$ , jarak  $MN/2$  besarnya arus listrik yang dialirkan serta tegangan listrik yang terjadi akan di dapat suatu Harga Tahanan Jenis Semu ( Apparent Resistivity) yaitu tahanan jenis yang terhitung merupakan gabungan dari banyak lapisan batuan di bawah permukaan yang dilalui arus listrik

Untuk mengetahui karakteristik lapisan batuan bawah permukaan sampai kedalaman  $\pm 300$  m, sangat berguna untuk mengetahui kemungkinan adanya lapisan batuan yang merupakan lapisan pembawa air, umumnya yang di cari adalah “ Confined Aquifer” yaitu lapisan Akifer yang diapit oleh lapisan batuan kedap air ( contohnya lapisan lempung) pada bagian bawah tanah

& bagian atas. “ Confined” aktifer ini mempunyai recharge yang relative jauh, sehingga ketersediaan air tanah dibawah titik bor tidak terpengaruh oleh perubahan cuaca setempat. Alat ini biasa digunakan untuk eksplorasi groundwater, investigasi geoteknik, studi lingkungan, survey geologi, mineral prospecting, arkeologi, hidrologi, dll.



Gambar 28. Arsitektur Resistivity Meter

Resistivity meter yang dikembangkan pada penelitian ini memiliki arsitektur seperti terlihat pada gambar 20. Elektroda resistivity meter dihubungkan ke sensor arus ACS 712 yang berfungsi untuk mengukur arus DC.

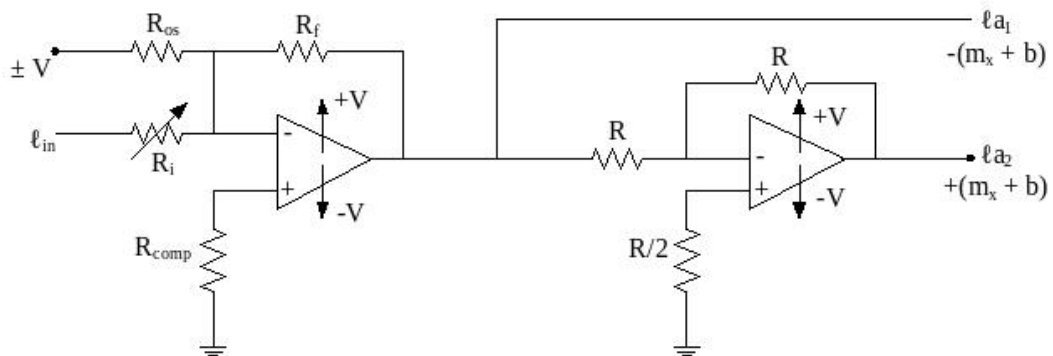
ACS712 adalah Hall Effect current sensor. Hall effect allegro ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, switched-mode power supplies dan proteksi beban berlebih.

Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian low-offset linear Hall dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh integrated Hall IC dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan hall transducer secara berdekatan. Persisnya, tegangan proporsional yang rendah

akan menstabilkan Bi CMOS Hall IC yang didalamnya yang telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh

Output/keluaran dari sensor ini sebesar ( $>V_{IOUT}(Q)$ ) saat peningkatan arus pada penghantar arus (dari pin 1 dan pin 2 ke pin 3 dan 4), yang digunakan untuk pendeteksian atau perasa arus. Hambatan dalam penghantar sensor sebesar  $1,2 \text{ m}\Omega$  dengan daya yang rendah. Jalur terminal konduktif secara kelistrikan diisolasi dari sensor leads/mengarah (pin 5 sampai pin 8). Hal ini menjadikan sensor arus ACS712 dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi yang membutuhkan isolasi listrik tanpa menggunakan opto-isolator atau teknik isolasi lainnya yang mahal. Ketebalan penghantar arus didalam sensor sebesar 3x kondisi overcurrent. Sensor ini telah dikalibrasi oleh pabrik.

Selanjutnya sinyal output sensor ACS 712 diolah oleh rangkaian pengkondisi sinyal span-zero. Rangkaian span-zero yang dibuat adalah rangkaian yang terdiri dari gabungan rangkaian summer dan operational amplifier inverting seperti yang tampak pada gambar 21.



Gambar 29. Rangkain span-zero

Rangkaian zero-span yang dibuat adalah rangkaian yang berguna untuk mengkondisikan tegangan masukan sebesar 1 – 6 Volt sehingga tegangan keluaran minimumnya menjadi 0V dan maksimumnya sebesar 5V. Nilai  $V_1$  pada rangkaian merupakan tegangan masukan sebesar 12 Volt yang diatur dengan potensiometer sehingga tegangan masukan dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan. Untuk menghasilkan tegangan keluaran yang diinginkan, variable yang harus ditentukan nilainya adalah resistansi. Dalam rangkaian ini menggunakan resistansi potensiometer sebesar 10 kohm. Tegangan  $V_2$  yang digunakan sebesar -5 Volt seri dengan resistansi 5,6 kohm. Kedua tegangan masukan tersebut berada pada kaki inverting.



Luaran rangkaian pengkondisi sinyal (span-zero) tersebut menghasilkan besaran arus dan tegangan yang selanjutnya dikirimkan ke mikrokontroler untuk diolah dan diteruskan ke *remote computer* melalui jaringan komunikasi data nirkabel dengan modul ATR-KYL 200L.

Pengujian alat ukur Resistivity Meter dilakukan pada sensor ACS712 sebagai sensor yang membaca besaran fisik berupa arus. Sensor ACS712 memerlukan pengkondisi sinyal untuk pengukuran arus kecil (mA). Berikut hasil pengujian pada pengolahan sinyal :

Tabel 5.7. Pengujian pengkondisi sinyal ACS712

No	In (A)	Out (v)	Gain	Out (perhitungan)	Out (op-amp)	Error
1	0.0931	0.0172	27	0.4650	0.4650	0.0000
2	0.0750	0.0139	27	0.3746	0.3750	-0.0004
3	0.0700	0.0130	27	0.3497	0.3520	-0.0023
4	0.0600	0.0111	27	0.2997	0.2900	0.0097
5	0.0500	0.0093	27	0.2498	0.2490	0.0008
6	0.0400	0.0074	27	0.1998	0.1810	0.0188
7	0.0300	0.0056	27	0.1499	0.1490	0.0008
8	0.0200	0.0037	27	0.0999	0.0820	0.0179
						0.0057

- In = Arus Nominal
- Out = 0.185\*In
- Gain = Ri/Rf
- Out (perhitungan) = Out \* Gain

Pada tabel diatas terlihat data perbandingan hasil perhitungan dan keluaran Op-Amp mendekati dan memiliki nilai rata-rata error sebesar 0.0057 (1%), maka pengkondisi sinyal dapat digunakan. Keluaran Op-Amp tersebut akan dibaca oleh ADC mikrokontroler untuk dikonversikan dari analog menjadi nilai biner, yang selanjutnya mikrokontroler akan menyimpan pada data variable. Untuk mengkonverikan nilai biner menjadi nilai arus, dilakukan pemrograman pada Personal Computer (aplikasi VB.Net). Dengan rumus sebagai berikut:

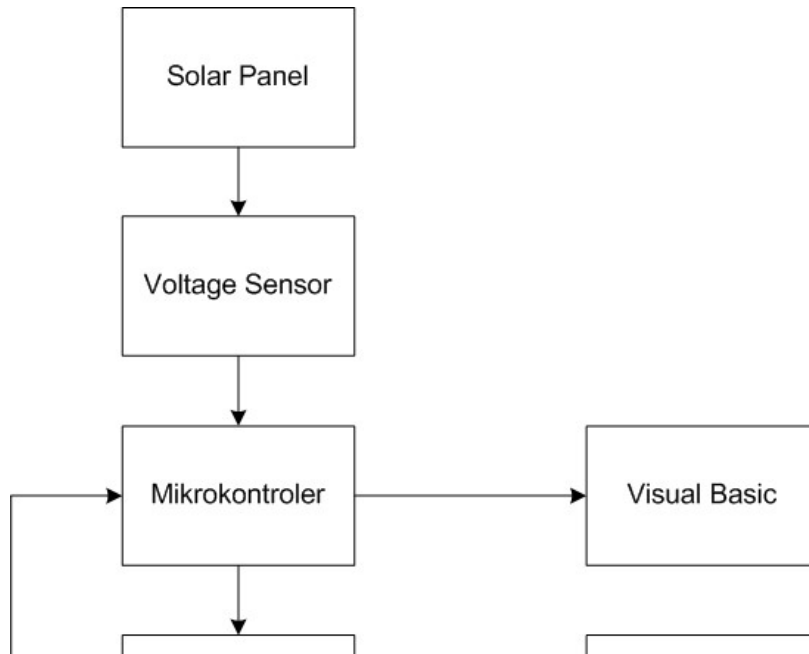
$$\text{Nilai arus} = ((\text{dataI} * 0.0196) / \text{Gain}) / 0.185$$

$$\text{Nilai Tegangan} = \text{Nilai arus} * \text{Nilai Tahanan (tahanan yang diserikan dengan ACS712)}$$

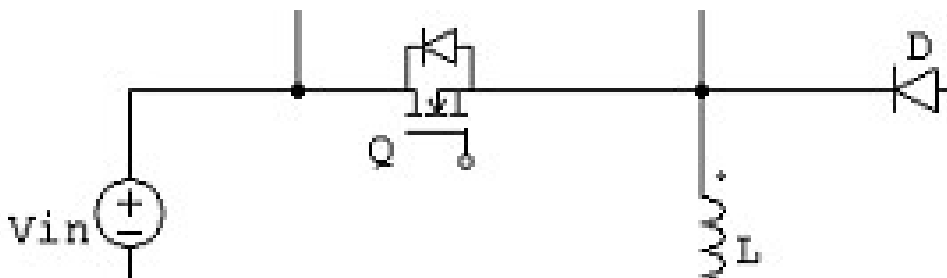
### 5.1.5 Solar Panel

Solar panel berfungsi untuk mencatu seluruh peralatan kebencanaan ini yang bersumber dari energi matahari (solar). Arsitektur solar panel yang dikembangkan ini terlihat pada gambar

30. Agar tegangan luaran dari solar panel ini terjaga stabil, maka dikembangkan rangkaian buck boost seperti terlihat pada gambar 31.



Gambar 30. Arsitektur Solar Panel



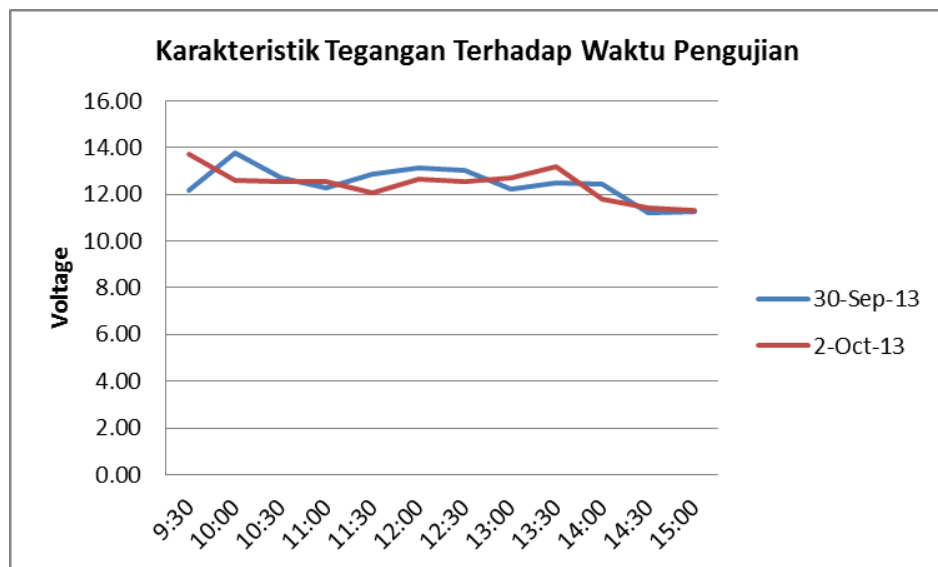
Gambar 31. Skema Rangkaian *Buck Boost*

Tujuan dari pengujian solar cell ini adalah untuk mengetahui karakteristik tegangan output dari solar cell berdasarkan waktu. Karena solar cell adalah salah satu sumber energi alternatif yang dapat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Besarnya nilai tegangan output dari solar cell berdasarkan intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sel-sel pada luasan solar cell tersebut. Maka, hal ini dapat dikaitkan dengan waktu pengujian. Solar cell yang digunakan pada sistem ini adalah 1 buah solar cell 40 WP yang dapat menghasilkan tegangan

output antara 8-17V dan arus maksimal 2,29A. Data hasil pengujian solar cell berdasarkan waktu pengujian dapat dilihat pada table 4.3 dan gambar 4.3 berikut:

Tabel 5.8. Tabel Pengujian Pengukuran *Output* Panel Surya

Jam	30-Sep-13	2-Oct-13
9:30	12.16	13.70
10:00	13.75	12.61
10:30	12.69	12.52
11:00	12.25	12.52
11:30	12.86	12.04
12:00	13.11	12.67
12:30	13.05	12.57
13:00	12.20	12.70
13:30	12.48	13.18
14:00	12.46	11.77
14:30	11.19	11.40
15:00	11.26	11.33



Gambar 32 Grafik Pengujian Pengukuran Output Panel Surya

Tabel dan grafik tersebut mengindikasikan bahwa pengukuran tegangan berubah-ubah mulai pagi hingga sore dalam waktu 2 hari. Hal ini dipengaruhi oleh ketersediaan cahaya matahari.

Tegangan yang dihasilkan oleh panel surya akan semakin besar apabila intensitas cahaya yang diterima pada permukaan panel surya semakin besar pula. Selain itu, sudut datang cahaya matahari juga dapat mempengaruhi tegangan keluaran panel surya. Apabila sudut datang cahaya matahari tepat tegak lurus dengan bidang panel surya, maka tegangan keluaran dari panel surya akan lebih maksimal.

## BAB VI RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan rencana yang diusulkan pada proposal, maka rencana kegiatan penelitian untuk tahun berikutnya (2014) disusun sebagai berikut:

No.	Kegiatan	2014			
		1	2	3	4
1	Sensor Curah Hujan <b>Skala Lapangan</b>	X	X	X	
2	Sensor Kecepatan Angin <b>Skala Lapangan</b>	X	X	X	
3	Sensor Arah Angin <b>Skala Lapangan</b>	X	X	X	
4	Multi Channel Resistivity Meter	X	X	X	X
5	Integrasi Sistem			X	X

## BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

Secara umum, sistem pemantau tanah longsor yang sudah dikembangkan dan diuji coba dalam skala laboratorium dengan pencapaian hasil rata-rata 65%. Pada bagian stasiun cuaca dengan parameter curah hujan, suhu dan kelembaban, nilai yang ditunjukkan oleh peralatan relatif cukup bagus, dengan kesalahan pembacaan yang tidak terlalu besar. Demikianpun dengan solar panel relatif cukup baik. Pada bagian sensor angin (penunjuk arah dan kecepatan angin), nilai yang ditunjukkan oleh peralatan masih terdapat kesalahan yang agak besar, sehingga peralatan yang dikembangkan masih perlu disempurnakan lagi. Pada bagian resistivity meter, nilai yang ditunjukkan masih memiliki kesalahan yang cukup berarti, sehingga pada tahun ke 2 masih perlu ditinjau lagi dari segi disain.

Berdasarkan hasil uji coba parsial, data-data yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki potensi untuk menghasilkan data yang valid.

## DAFTAR PUSTAKA

Cruden D.M., Varnes D.J. (1996). *Landslide types and processes*. – In: *Landslides investigation and mitigation, Transportation Research Board, Special Report 247, National Academy of Sciences*. Washington DC., USA, 36-75.

Jongmans, D., Garambois, S. (2007). *Geophysical investigation of landslides : a review*. Bulletin de la Societe Geologique de France, March 2007, v. 178, p.101-112, doi:10.2113/gssgfbull.178.2.101

Kuras, O., Pritchard, J., Meldrum, P.I., Chambers, J.E., Wilkinson, P.B., Ogilvy, R.D., Wealhall G.P. (2009). *Monitoring hydraulic processes with Automated time-Lapse Electrical Resistivity Tomography (ALERT)*. *Comptes Rendus Geosciences - Special Issue on Hydrogeophysics* (in press).

Lebourg T., Binet S., Tric E., Jomard H. & El Bedoui S. (2005). – *Geophysical survey to estimate the 3D sliding surface and the 4D evolution of the water pressure on part of a deep seated landslide*. – Terra Nova, 17, 399-406.

Ogilvy, R. D., Kuras, O., Meldrum, P. I., Wilkinson, P. B., Chambers, J. E., Sen, M., Pulido-Bosch, A., Gisbert, J., Jorreto, S., Frances, I. and Tsourlos, P. (2009). *Automated Monitoring of Coastal Aquifers with Electrical Resistivity Tomography*. Near Surface Geophysics (in press).

Savvaidis. P. D. (2003). *Existing Landslide Monitoring Systems and Techniques. From Stars to Earth and Culture In honor of the memory of Professor Alexandros Tsioumis pp. 242-258*

Wilkinson P B, Meldrum P I, Kuras O, Chambers J E, Holyoake S J, Ogilvy R D (2010a) *High-resolution Electrical Resistivity Tomography monitoring of a tracer test in a confined aquifer*. Journal of Applied Geophysics. 70(4): 268-276.

Wilkinson P B, Chambers J E, Meldrum P I, Gunn D A, Ogilvy R D, Kuras, O (2010b) *Predicting the movements of permanently installed electrodes on an active landslide using time-lapse geoelectrical resistivity data only*. Geophysical Journal International. 183(2): 543-556.

### Log:

[1] URL : <http://id.wikipedia.org/wiki/Nirkabel>, diakses tanggal 23 Desember 2010

## LAMPIRAN

### 1. Lampiran Personil Peneliti

#### Susunan Organisasi Tim Peneliti/Pelaksana dan Pembagian Tugas

No	Nama / NIDN	Instansi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Yuliadi Erdani / 0002076803	Politeknik Manufaktur	Informatik	10	Komunikasi <i>wireless</i> dan Pengolahan data dengan pemrograman database.
2	Bustami Ibrahim / 0002097602	Politeknik Manufaktur	Teknik Mesin (Perancangan)	10	Perancangan untuk <i>solar panel system</i>
3	Herman Budi Harja / 0002027908	Politeknik Manufaktur	Teknik Mesin	10	Mekanik untuk <i>weather station</i>
4	Nur Wisma Nugraha / 0009067405	Politeknik Manufaktur	Teknik Elektro	10	Perancangan <i>single channel resistivity meter</i>

2. Draf artikel ilmiah yang akan diusulkan dalam jurnal, terlampir

## **PERANCANGAN STASIUN CUACA DENGAN APLIKASI VISUAL BASIC**

**Yuliadi Erdani<sup>1)</sup>, Wulan Suci Romadona<sup>2)</sup>, Bustami Ibrahim<sup>3)</sup>, Adhitya S.S. <sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur

<sup>3)</sup>Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur

Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

Jl. Kanayakan 21 Bandung, Indonesia

[yul\\_erdani@polman-bandung.ac.id](mailto:yul_erdani@polman-bandung.ac.id), [wulanlalan@gmail.com](mailto:wulanlalan@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Penelitian ini membahas tentang perancangan stasiun cuaca dengan menggunakan aplikasi *Visual Basic* sebagai sarana penampil data yang diperoleh. Parameter yang diukur adalah intensitas curah hujan, suhu, dan kelembaban. Ketiga parameter tersebut dapat membantu mengetahui perubahan cuaca yang terjadi. Parameter intensitas curah hujan (mm/jam) diperoleh dengan menggunakan prinsip kerja sensor ultrasonik PING yang diaplikasikan pada alat penakar curah hujan. Sedangkan parameter suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) dan kelembaban (%) diperoleh dari hasil pengukuran sensor suhu dan kelembaban Sensirion SHT11. Ketiga hasil dari sensor-sensor tersebut kemudian diolah oleh mikrokontroler AVR ATmega 8535 yang kemudian hasil pengukuran tersebut ditampilkan pada aplikasi *Visual Basic*. Kemudian air yang tertampung pada penakar hujan akan secara otomatis dibuang setiap satu jam oleh *automatic solenoid valve*. Hasil yang ditampilkan pada aplikasi *Visual Basic* berupa besaran intensitas curah hujan, suhu dan kelembaban yang ditampilkan dengan *real-time* grafik dan disimpan pada database secara berkala setiap satu menit.

**Kata kunci :** *Stasiun cuaca, Penakar curah hujan, Mikrokontroler ATmega 8535, Visual Basic*



## PENDAHULUAN

Bencana alam yang terjadi di Indonesia seringkali diakibatkan oleh pergantian iklim yang cukup drastis. Pendeteksian sedini mungkin terhadap perubahan cuaca disuatu daerah akan membantu penanggulangan yang tepat terhadap bencana atau peristiwa yang mungkin akan terjadi. Jika kita bisa mendeteksi suhu, kelembaban, dan intensitas curah hujan, maka kita bisa menyiapkan penanggulangan yang tepat sehingga kerugian materiil atau non-materiil yang akan ditanggung tidak terlalu besar. Cara kerja dari alat tersebut adalah mendeteksi suhu, kelembaban, dan intensitas curah hujan dengan menggunakan sensor-sensor yang sesuai untuk kepentingan tersebut. Adapun sensor untuk mendeteksi suhu dan kelembaban tersebut menggunakan sensor Sensirion SHT11, dan untuk mendeteksi intensitas curah hujan memanfaatkan prinsip kerja pendeteksi ketinggian air dengan menggunakan sensor ultrasonik PING. Air yang tertampung pada penakar hujan akan secara otomatis dibuang setiap satu jam oleh *automatic solenoid valve*. Data-data yang didapat dari sensor-sensor tersebut akan diproses oleh mikrokontroler, lalu dikirimkan melalui komunikasi antarmuka serial RS232 dan bisa ditampilkan pada *personal computer*.

## METODE PENELITIAN

Agar aplikasi program selesai sesuai yang diharapkan, maka dalam pelaksanaan program digunakan metode:

- a. Kajian literatur tentang intensitas curah hujan serta cara untuk mendapatkan nilai intensitas curah hujan tersebut.
- b. Kajian literatur tentang sensor Sensirion SHT11, sensor ultrasonic PING dan mikrokontroler AVR ATmega8535.
- c. Perancangan unit sistem pengukuran parameter cuaca.
- d. Pengujian alat dan analisis.

## DASAR TEORI

### 1. Stasiun Cuaca

Stasiun cuaca dirancang untuk mempermudah pengamatan cuaca. Adapun kegiatan pengamatan cuaca adalah rangkaian proses pengamatan cuaca yang dikerjakan oleh observer secara serentak pada jam yang sama berdasarkan aturan atau prosedur yang ditetapkan, dengan menggunakan alat ukur yang standar maupun tanpa alat ukur untuk mengadakan data cuaca yang lengkap, tepat dan akurat baik dari segi kualitas maupun kuantitas yang hasil akhirnya berupa berita pendek yang wajib dikirimkan secara *real time* pada jam – jam yang sudah ditetapkan.

2. Alat Penakar Curah Hujan

Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan millimeter atau inchi, namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan millimeter (mm). Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) millimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Sedangkan intensitas curah hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu.

Satuan curah hujan didapat dari rumus :

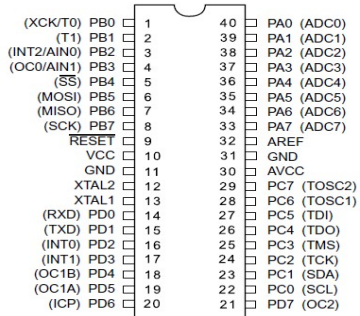
$$\text{Curah Hujan (mm)} = \frac{\text{Volume air dalam penampung (mm)}}{\text{Luas permukaan penerima hujan (m)}}$$

Intensitas curah hujan didapat dari rumus :

$$\text{Intensitas Curah Hujan (mm/jam)} = \frac{\text{Curah hujan (mm)}}{\text{Waktu (jam)}}$$

3. Mikrokontroler AVR ATmega 8535  
AVR memiliki keunggulan dibandingkan mikrokontroler lain,

keunggulan mikrokontroler AVR yaitu memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock, lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler MCS51 yang memiliki arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Compute*) dimana mikrokontroler MCS51 membutuhkan 12 siklus clock untuk mengeksekusi satu instruksi. Selain itu, mikrokontroler AVR memiliki fitur yang lengkap, yaitu ADC (*Analog to Digital Converter*) internal, EEPROM internal, Timer/Counter, Watchdog Timer, PMW, Port I/O, komunikasi serial, Komparator, I<sub>2</sub>C, dll.



Gambar 1. Mikrokontroler ATmega16

4. Microsoft Visual Basic

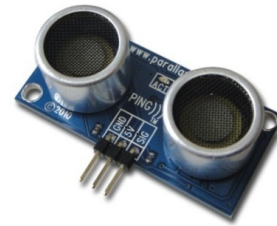
Visual basic merupakan salah satu bahasa pemrograman komputer yang dikembangkan oleh Microsoft sejak tahun 1991. Visual basic merupakan pengembangan dari bahasa pemrograman BASIC (*Beginner's*

*All-purpose Symbolic Instruction Code*) yang dikembangkan pada era 1950-an. Visual basic digunakan untuk membuat berbagai macam program komputer khususnya yang menggunakan sistem operasi Windows. Sebagai pemograman yang berorientasi objek. Pada pemograman visual basic, pengembangan aplikasi umumnya dimulai dengan pembentukan *user interface*, pengaturan properti, lalu penulisan kode program. Ketiga elemen tersebut merupakan inti dari proses pembuatan sebuah aplikasi yang dibangun menggunakan visual basic.

#### 5. Sensor Parallax PING

Pengukuran curah hujan dilakukan dengan menggunakan sensor jarak berbasis sinyal ultrasonik yaitu PING))) dari Parallax. Sensor jarak ultrasonik Parallax PING))) mampu mengukur jarak dengan teliti dan tanpa kontak antara 2 cm (0.8 inci) sampai 3 meter (3.3 yard). Sensor ini bekerja dapat bekerja dengan dikoneksikan dengan mikrokontroler, hanya membutuhkan satu pin I/O. Sensor PING))) bekerja dengan mentransmisikan sebuah ultrasonic burst (diatas batas pendengaran manusia) dan menghasilkan sebuah

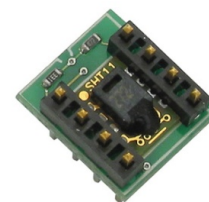
pulsa output yang berhubungan dengan waktu yang dibutuhkan oleh echo dari burst untuk kembali ke sensor. Dengan mengukur lebar pulsa echo jarak sensor ke target dapat dihitung.



**Gambar 2.** Sensor Ultrasonic PING

#### 6. Sensor Sensirion SHT11

SHT11 adalah sensor digital untuk temperatur sekaligus kelembapan pertama didunia yang diklaim oleh pabrik pembuatnya yaitu Sensirion Corp yang mempunyai kisaran pengukuran dari 0-100% RH dan akurasi RH absolut +/- 3% RH. Sedangkan akurasi pengukuran temperatur +/- 0.4°C pada suhu 25 °C. Modul sensor ini sudah memiliki keluaran digital dan sudah terkalibrasi, jadi pengguna tidak perlu lagi melakukan konversi A/D ataupun kalibrasi data sensor. Antarmuka modul ini adalah serial 2-wire (bukan I2C) sehingga sangat menghemat jalur I/O kontroler.



Gambar 3. Sensor Sensirion SHT11

7. Automatic Solenoid Valve

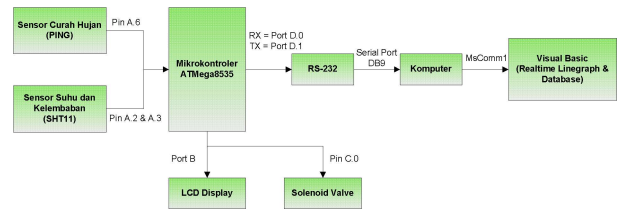
Solenoid valve adalah katup atau keran yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakkan oleh arus AC maupun DC. Solenoid valve atau keran solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust*. Lubang masukan berfungsi sebagai terminal atau tempat cairan masuk. Lalu lubang keluaran berfungsi sebagai terminal atau tempat cairan keluar yang dihubungkan ke beban. Sedangkan lubang *exhaust* berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan cairan yang terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika keran solenoida bergerak.



Gambar 4. Solenoid Valve

PERANCANGAN SISTEM

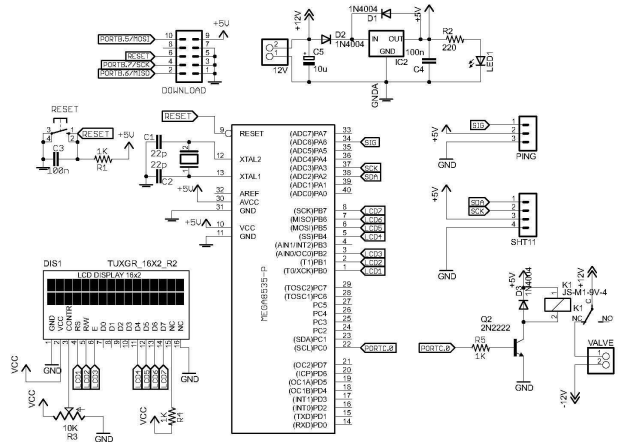
a. Diagram Blok



Gambar 5. Diagram Blok Sistem

b. Rangkaian Mikrokontroler ATmega 8535

Rangkaian berikut merupakan rangkaian mikrokontroler ATmega 8535 yang digunakan untuk rancang bangun stasiun cuaca ini.

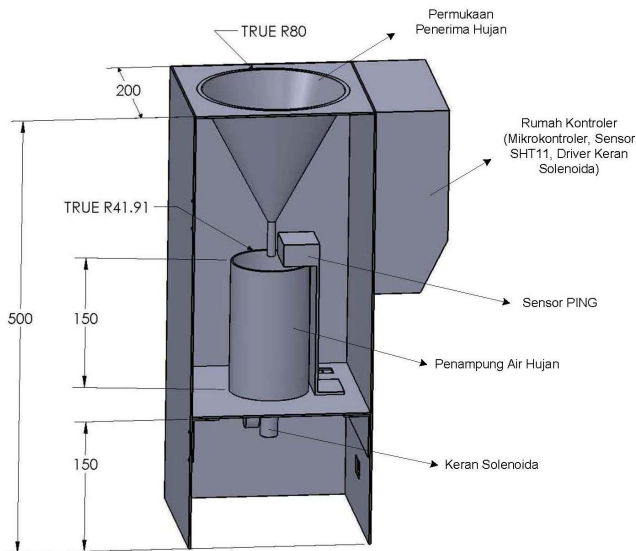


Gambar 6. Rangkaian ATmega8535

Input mikrokontroler berasal dari sensor – sensor yang ada. Sensor SHT11 dengan output berupa data pulsa dihubungkan dengan PORTA pada mikrokontroler, begitu pula untuk sensor ultrasonik PING. Sedangkan untuk LCD dihubungkan

pada PORTB, dan kran solenoida dihubungkan pada PORTC.

c. Perancangan Perangkat Keras Alat Ukur Curah Hujan



Gambar 7. Design Alat Ukur Curah Hujan

b. Tampilan LCD

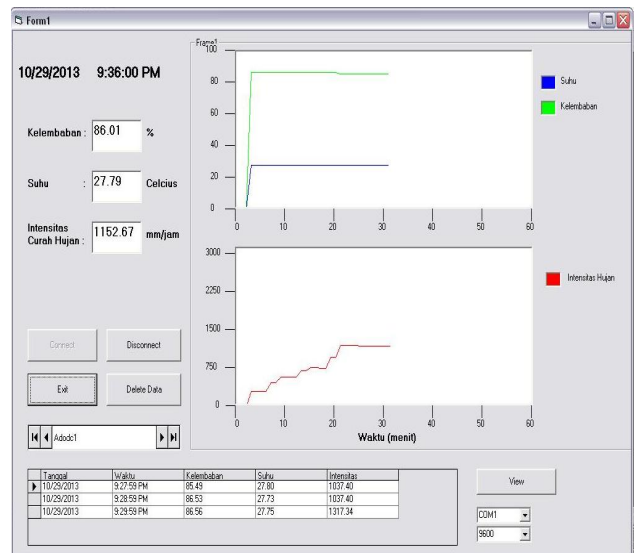


DATA PERCOBAAN

a. Data percobaan SHT11 tanggal 30 September 2013, pukul 11.50, ditunjukkan tabel berikut:

Waktu	SHT11		Internet	
	Kelembaban	Suhu	Kelembaban	Suhu
11:51	77.23	27.22	85	26
11:52	77.23	27.08	85	26
11:53	77.82	27.05	85	26
11:54	77.97	27.1	85	26
11:55	77.34	27.05	85	26
11:56	77.76	26.74	85	26
11:57	77.85	26.83	85	27
11:58	76.31	26.96	85	27
11:59	76.31	27.18	85	27
12:00	76.04	27.26	85	27

c. Tampilan Visual Basic



## KESIMPULAN

Setelah melakukan tahapan pembuatan alat sampai mendapatkan hasil dari parameter yang diperlukan, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Grafik real-time membantu pengamat untuk mengamati perubahan besaran parameter setiap detik.
2. Casing alat yang akan dibuat harus terbuat dari bahan anti karat dan kedap air agar bisa diletakkan diluar ruangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]Andrianto, Heri. 2008. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16*. Bandung : Informatika.
- [2]Fajar, Yuhadian. 2012. *Pengembangan Stasiun Cuaca dengan Mikrokontroler ATmega 8535 dan Visual Basic 6.0*. Bandung, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung.
- [3]Suprianto, Danang. 2011. *Komputerisasi Alat Uji Tekan Pasir Cetak*. Bandung, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung.

3. Draf artikel ilmiah yang akan dipresentasikan dalam seminar nasional pada tanggal 30-31 Oktober 2013, artikel terlampir

## PEMANFAATAN TEKNOLOGI NIRKABEL PADA PENGIRIMAN DATA INFORMASI BENCANA LONGSOR BERBASIS ATR-KYL-200L

Hadi Supriyanto<sup>1)</sup>, Bobby Surya<sup>2)</sup> Yuliadi Erdani<sup>3)</sup> Siti Aminah<sup>4)</sup>

<sup>1,2,3,4)</sup>Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Politeknik Manufaktur Negeri Bandung  
Jl. Kanayakan 21 Bandung, Indonesia

hspriyant@yahoo.com, bobbysurya16@gmail.com

**Abstrak:** Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana yang sering melanda di Indonesia, khususnya pada musim penghujan sehingga menimbulkan banyak kerugian materil dan non material. Untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan tanah longsor tersebut dikembangkan alat monitoring tanah longsor berbasis perubahan resistivitas tanah yang dipasang di *Remote Area* (daerah rawan longsor). Pengontrolan dan pemantauan secara manual akan membahayakan, sehingga digunakan teknologi nirkabel yang harus bisa menerima dan mengirimkan data digital untuk pengontrolan dan pemantauan sistem.

Agar teknologi nirkabel ini bisa melakukan komunikasi dua arah untuk data digital digunakan modul ATR-KYL-200L sebagai transceiver, Mikrokontroler ATMega16 sebagai media pengendali pengiriman data dan Personal Computer sebagai GUI (*Graphical User Interface*) untuk pengontrolan dan pemantauan yang dilengkapi dengan basis data.

Pengujian pengiriman/ penerimaan dilakukan dengan menggunakan BaudRate 9600bps untuk memperoleh jarak maksimal 1.56 Km dengan keberhasilan pengiriman 90%. Hasil basis data berupa data tegangan dan arus yang didapatkan dari Resistivity Meter setiap interval waktu yang operator tentukan.

Kata Kunci: *Nirkabel, Tanah longsor, Data*

## USE OF WIRELESS TECHNOLOGY IN SENDING DATA LANDSLIDE INFORMATION BASED ATR-KYL-200L

**Abstract:** Landslides are one of the disasters that often occurs in Indonesia, especially in the rainy season, causing a lot of material and non-material losses. To reduce the losses, landslide monitoring tool developed based soil resistivity changes are installed in remote areas (areas prone to landslides). Manually controlling and monitoring will harm, so the use of wireless technology to be able to receive and transmit digital data to the control and monitoring system.

In order this wireless technology could make communication a two-way digital data used ATR- KYL-200L module as a transceiver, microcontroller ATMega16 as a media data transfer controller and Personal Computer as a GUI (Graphical User Interface) for control and monitoring that features the database.

Testing of sending / receiving is done by using baudrate 9600bps to obtain the maximum distance 1.56 km with the successful sending data is 90% . Database results in the form of voltage and current data is obtained from the Resistivity Meter each time interval specified operator.

Keywords: *Wireless, Landslide , Data*

## 1. Pendahuluan

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana yang sering melanda di Indonesia, khususnya pada musim penghujan sehingga menimbulkan banyak kerugian materil dan non materil. Untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan maka para peneliti membuat peralatan-peralatan yang mampu mengukur parameter-parameter fisika yang salah satunya adalah alat Resistivity Meter, dengan menggunakan prinsip geolistrik yaitu memanfaatkan variasi resistivitas listrik berdasarkan pengukuran beda potensial akibat arus listrik yang diinjeksikan ke bumi.

Dalam melakukan proses mitigasi bencana tanah longsor, sebagai tahap awal dilakukan pemantauan perubahan nilai resistivitas secara terus-menerus dengan waktu yang lama, yang tidak mungkin dilakukan secara manual dilapangan. Oleh karena itu dibutuhkan teknologi nirkabel yang dapat melakukan pengiriman data informasi bergerak secara manual dan otomatis tanpa harus berada di lapangan yang kemudian data informasi tersebut dapat disimpan oleh aplikasi basis data sebagai data analisis.

Dengan memanfaatkan teknologi nirkabel dalam hal ini radio frekuensi, peneliti menerapkan modul ATR-KYL-200L sebagai media transmisi, yang akan mengirimkan data informasi berupa parameter fisika arus dan tegangan dari alat ukur Resistivity Meter pada Personal Computer (PC) sebagai pemantau dan basis data.

Tujuan dari penelitian ini adalah terciptanya sistem monitoring alat ukur resistivity meter dengan memanfaatkan teknologi nirkabel sebagai media transmisi.

## 2. Metodologi Penelitian

### 1.1 Teknologi Informasi Komunikasi

Teknologi informasi Komunikasi mencakup dua aspek yaitu teknologi informasi dan teknologi komunikasi.

Teknologi informasi meliputi segala hal yang berkaitan dengan proses, penggunaan sebagai alat bantu, manipulasi, dan pengelolaan informasi, Sedangkan Teknologi Komunikasi adalah segala hal yang berkaitan dengan penggunaan alat bantu untuk memproses dan mentransfer data dari perangkat yang satu ke lainnya. Oleh karena itu Teknologi Informasi dan Teknologi Komunikasi adalah dua buah konsep yang tidak terpisahkan. [1]

### 1.2 Teknologi Komunikasi Nirkabel

Media komunikasi nirkabel dikenal dengan *unguided media* karena sinyal yang berupa gelombang elektromagnetik melintas tanpa menggunakan kabel. Gelombang elektromagnetik tersebut ditransmisikan melintasi udara terbuka

dengan menggunakan antena. Gelombang tersebut dapat membentur dan memantul tanah, gedung, pohon, tiang listrik dan apa pun yang berada di antara antena pengirim dan antena. Karena itu, gelombang elektromagnetik lebih rentan terhadap gangguan interferensi, atenuasi dan derau dari luar. Setiap benturan dan pantulan memberi pengaruh terhadap pelemahan energi gelombang. [2]

Namun Teknologi komunikasi nirkabel memiliki keuntungan tersendiri seperti kemudahan Instalasi, karena tidak menggunakan kabel. Mobilitas dan Produktifitas yang tinggi karena teknologi nirkabel merupakan komunikasi bergerak dan fleksibel dengan dapat membangun komunikasi dengan tempat yang sulit dijangkau oleh kabel.

### 1.3 Protokol

Tujuan utama dari komunikasi data adalah mengirimkan data dan informasi dari suatu sumber ke tujuan tanpa mengalami kesalahan.

Kata "mengirimkan" dalam komunikasi data seringkali disebut dengan istilah standar "transmisi". Karena itu dalam proses komunikasi pasti akan terjadi proses transmisi data. Kata "data dan informasi" memiliki implikasi teknologi sebagai berikut:

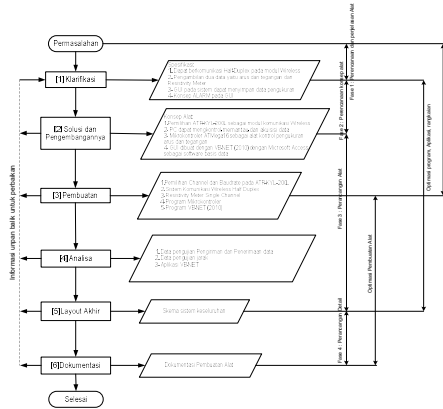
- Bagaimana data dan informasi diformat sedemikian rupa agar dapat dikirimkan melalui media transmisi?
- Setelah itu, bagaimana agar data dan informasi tersebut dapat dibaca kembali oleh penerima?
- Bagaimana data dan informasi dapat dipresentasikan sehingga keberadaan data dan informasi tersebut bermanfaat?

Dalam teknik komunikasi data, aturan atau rule disebut dengan istilah protokol. Protokol ini menentukan apa yang akan dikirim, bagaimana cara mengirimkan data dan kapan mengirimkan data. [2]

### 1.4 Perancangan sistem

Dengan berdasarkan pada metode perancangan *Pahl & Beitz* (1976), proses perancangan teknologi nirkabel pada data informasi bencana longsor terlihat pada diagram berikut ini.



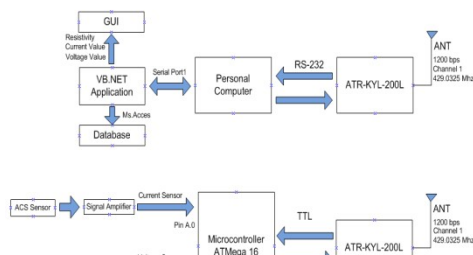


Gambar 2.1 Metode Perancangan

Pada Gambar 2.2 dijelaskan, dari permasalahan yang ada dilakukan fase 1 yaitu klasifikasi untuk perencanaan dan penjelasan alat. Setelah fase 1 di dapatkan spesifikasinya, kemudian fase 2 yaitu Solusi dan Pengembangannya dimana optimasi program, alat, dan aplikasi. Kemudian fase 3 yaitu Pembuatan dan Analisa, saat proses pembuatan dan analisa jelas, maka selanjutnya fase 4 yaitu Perencanaan detail untuk optimasi pembuatan alat. Pada fase 4 terdapat bagian layout akhir untuk membuat skema keseluruhan dan Dokumentasi sebagai data pembuatan alat

1.5 Gambaran Umum Sistem

Gambaran umum pembuatan sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada skema sistem seperti yang ditunjukkan diagram dibawah ini.



Gambar 2.2 Skema Sistem

Dari diagram blok diatas dapat diketahui alat ukur Resistivity Meter berbasis mikrokontroler untuk membaca besaran fisika arus dan tegangan yang didapatkan melalui sensor arus ACS712.

Pengukuran arus dan tegangan dilakukan secara bersamaan. Data pengukuran arus dan tegangan dikonversikan dalam bentuk digital oleh Mikrokontroler ATMega16 yang kemudian kedua

data tersebut dikirimkan melalui Port D.1 sebagai Tx kepada pin Rx Modul *Wireless* ATR-KYL-200L dengan level TTL. Modul *Wireless* ATR-KYL-200L menggunakan *baudrate* 9600 bps, dengan *Frequency band* 429.0325 Mhz begitu pula dengan pasangannya.

Data yang dikirimkan oleh Modul ATR-KYL-200L kemudian diterima oleh *Personal Computer* melalui level RS-232 yang terhubung dengan *serialport1* dalam Aplikasi Visual Basic.Net. Data arus dan tegangan akan di jadikan data informasi resistivitas dan disimpan dalam *file* basis data *MS.Access* yang telah terhubung dengan *Aplikasi Visual Basic.Net* dilengkapi dengan tanggal dan waktu pengukuran.

1.6 Komponen Sistem Komunikasi Nirkabel

1.6.1 ATR-KYL-200L Transceiver Modul

Modul ini dapat berfungsi sebagai transmitter sekaligus *receiver* untuk komunikasi data serial *wireless multichannel*.

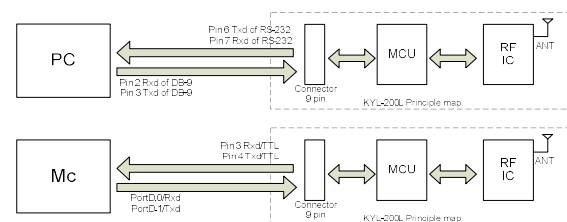


Gambar 2.3 ATR-KYL-200L Wireless Transceiver Module

Berikut beberapa fitur ATR-KYL-200L modul :

- a. Frekuensi Pembawa : 400-470 MHz
- b. Interface : RS232/RS485/TTL
- c. Power Output : 500mW (default), (1W optional)
- d. RF effective Rate: 1200/2400/4800/9600/19200bps
- e. Communication mode: Half-duplex

Dalam perancangan Sistem Komunikasi *Wireless* yang dihubungkan dengan personal computer adalah *interface* RS232 dan mikrokontroler dengan *interface* TTL



Gambar 2.4 Skema Sistem Komunikasi Wireless

1.6.2 Antenna KYL-ANT-A2

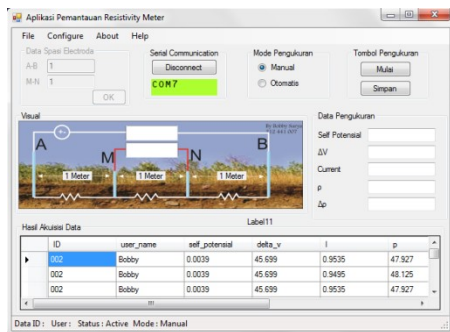


Gambar 2.5 Skema Sistem Komunikasi Wireless

Antenna jenis KYL-ANT-A2 memiliki spesifikasi Frequency Range 433 Mhz, Gain(dBi) 2.5 dan tidak menggunakan kabel.

1.6.3 Personal Computer sebagai GUI (Graphical User Interface)

Dalam perancangan GUI menggunakan aplikasi Microsoft Visual Studio 2010 (VB.Net) Pada aplikasi yang dibuat untuk dapat mengendalikan, memantau dan akuisisi data di buat 3 Form. Pertama digunakan untuk memasukan username dan ID number, Kedua digunakan untuk pemilihan Portname dan baudrate, ketiga adalah menu utama dalam pengukuran.



Gambar 2.6 Form Pengendali, Pemantau dan Akuisisi Data

Untuk mengkomunikasikan aplikasi VB.Net dengan modul transceiver ATR-KYL-200L menggunakan .Net Component SerialPort1. Dimana dengan menyamakan parameter-parameternya dengan USB-to-Serial Comm Port yang terhubung dengan modul KYL.

2. Hasil dan Pembahasan

2.1 Percobaan ATR-KYL-200L menggunakan Oscilloscope dan Function Generator

Pengujian ini dilakukan untuk menguji kinerja modul transceiver ATR-KYL-200L sebelum diintegrasikan dengan mikrokontroler. Function

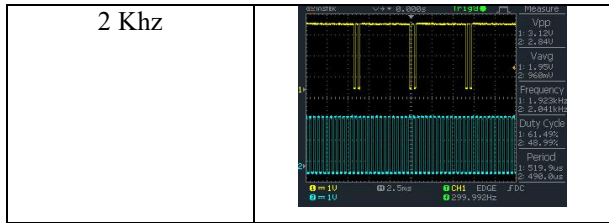
generator sebagai pembangkit pulsa dihubungkan dengan pin Tx ATR-KYL-200L. Sedangkan Oscilloscope dihubungkan dengan pin Rx modul digunakan untuk mengecek gelombang keluaran dari modul penerima setelah ditransmisikan secara nirkabel. Berikut hasil pengujian pengiriman data dilakukan menggunakan function generator dan oscilloscope :

Tabel 3.1 Percobaan ATR-KYL-200L Transfer Rate 1200 bps

Transfer Rate : 1200 bps	
Frekuensi Data	Gambar
400 Mhz	
470 Mhz	
1.389 Khz	

Tabel 3.2 Percobaan ATR-KYL-200L Transfer Rate 9600 bps

Transfer Rate : 9600 bps	
Frekuensi Data	Gambar
400 Mhz	
470 Mhz	



Diketahui pita frekuensi (Frequency Band) dari ATR-KYL-200L adalah antara 400-470 Mhz, dimana modul wireless ini akan bisa digunakan pada jaringan pita sebesar 400-470 Mhz. Channel 1 (grafik berwarna kuning) adalah keluaran dari modul KYL, sedangkan channel 2 (grafik berwarna biru) adalah masukan dari function generator.

Dilakuan enam percobaan dengan frekuensi yang berbeda pada transfer rate 1200 bps dan 9600 bps. Pada percobaan transfer rate 1200 bps, keluaran dari modul KYL sebagai penerima data rata-rata sebesar 400 Hz dengan perioda sebesar 2.5 ms walaupun masukan dari fuction generator dinaikan. Dari hasil percobaan diketahui batas kemampuan modul ATR-KYL-200L dalam pengiriman atau penerimaan data sampai frekuensi sebesar 1.389 Khz.

Pada percobaan transfer rate 9600 bps rata-rata keluaran dari modul KYL sebesar 150 Hz dengan perioda 6.670 ms walaupun masukan dari function generator dinaikan, namun ketika masukan function generator mencapai 2 Khz hasil keluaran modul KYL memiliki perioda yang tidak beraturan.

Dari data yang didapatkan terdapat perubahan yang tidak tetap (linear) pada frekuensi antara data yang dikirim dengan data yang diterima. Namun, sinyal tersebut masih dapat dibaca sebagai data oleh sistem.

## 2.2 Percobaan Jarak Komunikasi Wireless Menggunakan ATR-KYL-200L

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan jarak komunikasi modul ATR-KYL-200L. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi hyperlink pada *personal computer* sebagai pemonitor data yang dikirimkan oleh mikrokontroler dan aplikasi pada Android berupa GPS dan Distance meter untuk pengukuran jarak. Berikut hasil percobaan dengan pengambilan hasil data sebanyak 10 kali pada setiap karakter dan transfer rate yang berbeda:

**Tabel 3.3** Percobaan Jarak 9600 bps pada 1560 Meter

Transfer Rate 9600 bps					
Jarak 1560 meter					
3 Karakter (3 Byte)		5 Karakter (5 Byte)		7 Karakter (9 Byte)	
No	Data kirim	Data Diterima	No	Data kirim	Data Diterima
1	ABC	ABC	1	*ABC#	-
2	ABC	ABC	2	*ABC#	-
3	ABC	ABC	3	*ABC#	-
4	ABC	ABC	4	*ABC#	-
5	ABC	ABC	5	*ABC#	-
6	ABC	ABC	6	*ABC#	-
7	ABC	ABC	7	*ABC#	-
8	ABC	ABC	8	*ABC#	-
9	ABC	ABC	9	*ABC#	-
10	ABC	ABC	10	*ABC#	-

Pada tabel hasil percobaan jarak 1560 meter menunjukkan kemampuan modul ATR-KYL-200L untuk menempuh jarak 1560 meter bisa ditempuh dengan pengiriman 3 karakter (3 Byte) dengan keberhasilan 90 %.

**Tabel 3.4** Percobaan Jarak 1200 bps pada 1050 Meter

Transfer Rate 1200 bps					
Jarak 1050 meter					
3 Karakter (3 Byte)		5 Karakter (5 Byte)		7 Karakter (9 Byte)	
No	Data kirim	Data Diterima	No	Data kirim	Data Diterima
1	ABC	ABC	1	*ABC#	-
2	ABC	ABC	2	*ABC#	-
3	ABC	-	3	*ABC#	-
4	ABC	ABC	4	*ABC#	-
5	ABC	ABC	5	*ABC#	-
6	ABC	ABC	6	*ABC#	-
7	ABC	ABC	7	*ABC#	-
8	ABC	ABC	8	*ABC#	-
9	ABC	ABC	9	*ABC#	-
10	ABC	ABC	10	*ABC#	-


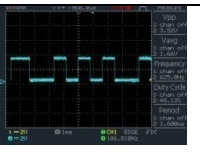


Pada tabel hasil percobaan jarak 1050 meter menunjukkan kemampuan modul ATR-KYL-200L untuk menempuh jarak 1050 meter bisa ditempuh dengan pengiriman 3 karakter (3 Byte) dengan keberhasilan 90 %.

Pada beberapa percobaan kemampuan jarak komunikasi wireless modul ATR-KYL-200L, diketahui kemampuan komunikasi pada transfer rate 9600 dengan 3 karakter (3 Byte) dapat mencapai jarak 1560 meter dengan keberhasilan 90 % dan pada transfer rate 1200 dengan 3 karakter (3 Byte) dapat mencapai jarak 1050 meter dengan keberhasilan 90 %. Maka ini menentukan komposisi format pengiriman yang akan dibuat.


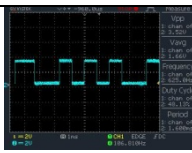


## 2.3 Percobaan Komunikasi UART Half Duplex secara Wireless Menggunakan ATR-KYL-200L

Percobaan ini dilakukan untuk mengecek modul ATR-KYL-200L setelah diintegrasikan dengan mikrokontroler. Hal ini dilakukan untuk mengetahui dan memastikan data yang dikirim oleh transmitter diterima baik oleh receiver. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan personal computer yang akan mengirimkan data kepada Mikrokontroler. Berikut hasil percobaan pengiriman data berdasarkan komposisi format pengiriman yang dibuat pada program :

**Tabel 3.5** Percobaan UART pengiriman pada Personal Computer

Data	Data Terkirim	Data Diterima
*		
1 (isi data)		

**Tabel 3.6** Percobaan UART pengiriman pada Mikrokontroler

Data	Data Terkirim	Data Diterima
1 (Identitas)		
2 (isi data)		

**3.4 Sistem Protokol data**

Pada pengiriman, data dilengkapi pengenalan dengan diberi tanda “\*” untuk pengiriman yang dilakukan oleh personal computer, dan data identitas untuk pengiriman yang dilakukan oleh mikrokontroler. Dalam proses pada penerima, pengenalan data dilakukan dengan cara mengidentifikasi data terkirim yang pertama “\*” dan isi data. Apabila pembacaan data pertama hasilnya tidak sesuai maka program tidak melakukan pembacaan data selanjutnya dan proses kembali pada penerimaan data pertama Berikut bentuk program yang dilakukan :

```

Int main()
{
  USART_init();
  While(1)
  {
    awal:
    data_terima = TerimaByte();
    if(data_terima=="*")
    {
      data_terima = TerimaByte();
      if(data_terima=="a")
      {

```

```

Data1=baca_adc(0);
Data2=baca_adc(1);Data3=baca_adc(2);
kirimbyte('1'); // sebagai identitas data self potensial
kirimbyte(Data1);
delay_ms(500);
kirimbyte('2'); // sebagai identitas data arus
kirimbyte(Data2);
delay_ms(500);
kirimbyte('3'); // sebagai identitas data tegangan
kirimbyte(Data3);
delay_ms(1000);
}
}
else goto awal;
}

```

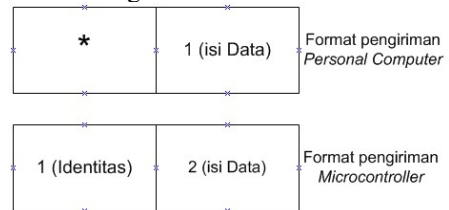
Personal computer akan mengenali data yang diterima, berikut bentuk program yang dilakukan:

```

If comBuffer = "1" Then
  data_self = comBuffer
ElseIf comBuffer = "2" Then
  data_arus = comBuffer
ElseIf comBuffer = "3" Then
  data_tegangan = comBuffer
End If

```

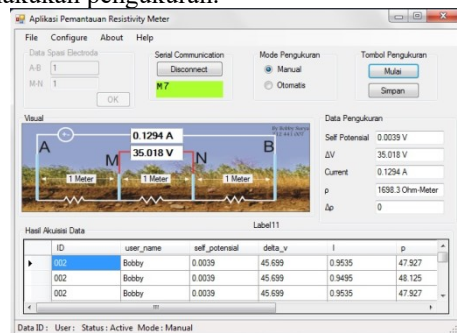
Dari program diatas, maka *personal computer* (aplikasi VB.Net) akan mengenali data yang masuk, yang masing data dipisahkan sesuai data identitasnya. Berdasarkan komposisi atau format data yang telah ditentukan, maka komposisi datanya adalah sebagai berikut :



**Gambar 3.1** Format pengiriman data yang dilakukan

**3.5 Pengujian aplikasi VB.NET sebagai GUI (Graphical User Interface) dan Akuisisi Data**

Dengan menggunakan aplikasi VB.NET sebagai interface untuk pengguna, maka akan memudahkan dalam melakukan pemantauan pada alat ukur resistivity meter, berikut tampilan saat melakukan pengukuran.



**Gambar 3.2** Tampilan saat pengukuran Resistivity Meter

Pada gambar 4.2 , terdapat tampilan visualisasi pengukuran yang memperjelas besaran nilai spasi elektroda, nilai arus dan nilai tegangan. Dilengkapi juga dengan data pengukuran berupa hasil tahanan jenis (Resistivitas) dan delta tahanan jenis untuk mengetahui perubahan tahanan jenis yang telah terjadi.

Saat pengukuran dilakukan maka data pengukuran disimpan dengan menggunakan aplikasi basis data MS.Office Access 2007, berikut hasil akuisisi data pada resistivity meter.

ID	user_name	self_potensial	delta_v	l	p	delta_p	tanggal	waktu
002	Bobby	0.0039	43.525	0.4669	585.38	-4.8828	01-Oct-13	8:56 AM
002	Bobby	0.0039	35.018	0.1294	1698.3	+1112.9	01-Oct-13	8:56 AM
002	Bobby	0.0039	35.018	0.1294	1698.3	0	01-Oct-13	9:58 AM
002	Bobby	0.0039	35.018	0.1294	1698.3	0	01-Oct-13	9:58 AM
002	Bobby	0.0039	35.018	0.1294	1698.3	0	01-Oct-13	9:59 AM

**Gambar 3.3** Hasil Akuisisi data

#### 4 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya dan hasil yang diperoleh dari uji coba, maka dapat ditarik suatu kesimpulan:

1. Kemampuan komunikasi modul ATR-KYL-200L dapat menempuh sampai jarak 1560 meter, dengan batas pengiriman 3 Byte dan keberhasilan pengiriman sebesar 90%
2. Dengan pengiriman Personal Computer menggunakan protokol dengan penanda "\*" dan pada mikrokontroler dengan menggunakan data identitas.
3. Dengan adanya GUI dapat melakukan pengontrolan, pengukuran dan akuisisi data

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] artikel non-personal.(2013),”Teknologi Informasi Komunikasi”.  
[http://id.wikipedia.org/wiki/Teknologi\\_Informasi\\_Komunikasi](http://id.wikipedia.org/wiki/Teknologi_Informasi_Komunikasi), diakses 26 october 2013
- [2] Jusak. 2013. *Teknologi Komunikasi Data Modern*. Yogyakarta : ANDI.