

[Ralin Allo Todang]

---

---

## APLIKASI MULTISENSOR UNTUK MENGETAHUI KETINGGIAN AIR DALAM RANGKA *EARLY WARNING SYSTEM* (EWS) BENCANA BANJIR DAN TSUNAMI

**Ralin Allo Todang**

Dosen Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Makassar

### **Abstrak**

Selama ini pemantauan ketinggian air sungai yang dilakukan masih menggunakan alat-alat manual berupa skala ketinggian air yang diletakkan di pinggir sungai/ jembatan. Mengingat akan pentingnya pemantauan terhadap ketinggian air sungai terutama pada daerah-daerah dengan tinggi daratan yang lebih rendah dari permukaan laut, untuk itu diperlukan sebuah instrumentasi yang dapat mendeteksi adanya banjir dan tsunami secara tanggap melalui pengembangan multisensor. Multisensor sangat efektif digunakan dalam mendeteksi banjir dan tsunami. Banyaknya alternatif sensor yang digunakan menjadikan sistem ini mempunyai daya deteksi yang valid. Multisensor terdiri atas sensor ultrasonik, sensor suhu, sensor *flood alert*, sensor flood, dan sensor ketinggian air menggunakan pelampung. Pemasangan multisensor sebaiknya memperhatikan kondisi lingkungan sekitar.

**Kata Kunci** : *Multisensor, Early Warning System (EWS)*

### **I. PENDAHULUAN**

Potensi bencana banjir dan tsunami yang terjadi di Indonesia sangat besar, hal itu disebabkan karena Indonesia adalah negara kepulauan. Musibah dan bencana alam yang banyak terjadi belakangan ini tidak hanya menyebabkan kerugian material saja, tetapi juga mengakibatkan banyaknya korban jiwa yang berjatuh. Banyak cara untuk mengantisipasi dan meminimalisasi kerugian dan jumlah korban, salah satunya adalah dengan menerapkan berbagai alat pendeteksi yang digunakan sebagai referensi data maupun indikator dari suatu sistem peringatan dini,

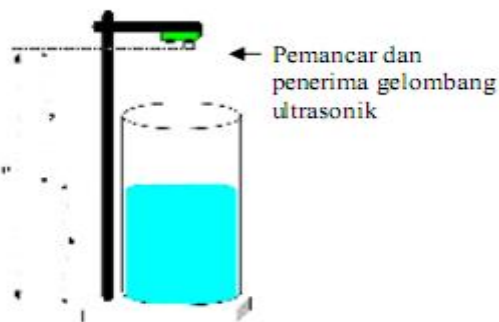
bila terjadi fenomena alam yang tidak biasa. Saat ini terdapat banyak detektor yang digunakan sebagai indikator sistem peringatan dini untuk mendeteksi berbagai macam fenomena alam (fisik), seperti perubahan iklim dan cuaca (arah dan kecepatan angin, curah hujan, temperatur, dsb), kekuatan dan lokasi dari pusat gempa, aktivitas dari gunung berapi, ketinggian permukaan air, dan lain sebagainya. Ketinggian permukaan air merupakan suatu parameter yang banyak dipantau dan dianalisa perubahannya, terutama pada musim dan keadaan tertentu. Hal ini berkaitan erat dengan banyaknya

bencana alam yang mungkin disebabkan olehnya, seperti banjir, tsunami dan lain sebagainya. Selama ini pemantauan ketinggian air sungai yang dilakukan masih menggunakan alat-alat manual berupa skala ketinggian air yang diletakkan di pinggiran sungai/ jembatan. Hal ini memiliki keterbatasan terutama terhadap penumpukan sedimen di dasar sungai, sehingga mengurangi akurasi dari pengukuran. Mengingat akan pentingnya pemantauan terhadap ketinggian air sungai terutama pada daerah-daerah dengan tinggi daratan yang lebih rendah dari permukaan laut, untuk itu diperlukan sebuah instrumentasi yang dapat mendeteksi adanya banjir dan tsunami secara tanggap melalui pengembangan multisensor.

## KAJIAN TEORI

### Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang. Pada umumnya, sensor ultrasonic diaplikasikan untuk mengukur jarak (Thiang, 2010).



Gambar 1. Pengukuran tinggi muka sungai dengan sensor ultrasonik.

Pengukuran dilakukan berdasar referensi waktu menggunakan metode pulsa yang mengukur jeda waktu antara pengiriman dan penerimaan sinyal. Persamaan yang digunakan yaitu:

$$S = \frac{V_{\text{suara}}}{2} \times t$$

dengan

S = jarak terukur (meter)

$V_{\text{suara}}$  = kecepatan rambat suara pada udara (m/s)

t = selisih waktu (s)

Dalam hal ini  $V_{\text{suara}}$  adalah kecepatan dari gelombang suara 1.460 m/s di dalam air dan 331 m/s di udara. Persamaan (1) berlaku jika jarak antara transduser pengirim dan penerimanya jauh lebih kecil dari jarak terukur (Wobschall, 1987).

Transduser yang digunakan sesuai dengan frekuensi yang dipilih. Frekuensi 30—30 kHz, pengirim dan penerima dapat berupa mikrofon dan loudspeaker, tetapi untuk frekuensi 30—300 kHz digunakan bahan kristal dengan sifat piezoelektrik. Bahan Piezoelektrik merupakan bahan yang akan terpolarisasi elektrik (mengakibatkan terjadinya beda potensial) antara kedua sisi bahan tersebut jika dikenai tekanan, dan sebaliknya (Pallas, 1991).

[Ralin Allo Todang]



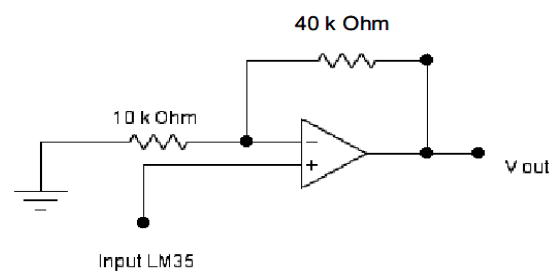
Gambar 2. Aplikasi sensor ultrasonik (sumber: www.ysisystems.com)

Sensor Ultrasonic mengirimkan serangkaian gelombang suara berbentuk kerucut di udara. Pulsa ini memantulkan gelombang suara dari permukaan cairan dan kemudian diterima oleh sensor, yang mengukur interval waktu antara sinyal dikirim dan diterima. Rangkaian Elektronik kemudian dikonversi dengan selang waktu ini menjadi sebuah pengukuran jarak dengan menggunakan kecepatan suara di udara. Keunggulan dari jenis sensor ini Tidak ada bagian dari sensor yang menyentuh air.

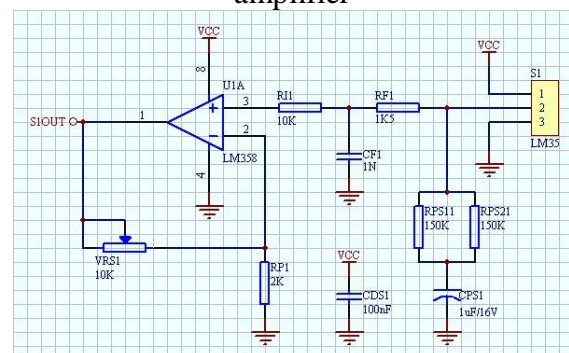
### Sensor Suhu

Sensor kedua adalah sensor suhu yang digunakan untuk mengukur suhu

dimana hasil pengukuran ini akan digunakan untuk menghitung jarak dengan memperhatikan kompensasi suhu media transmisi dari ultrasonic. Sensor suhu yang digunakan adalah sensor LM35 yang mempunyai range output tegangan  $0 \pm 1$  volt untuk suhu  $0 \pm 100$  °C. Output sensor suhu ini dihubungkan dengan input analog dari mikrokontroler. Karena range tegangan input analog dari mikrokontroler adalah  $0 \pm 5$  volt maka diperlukan sebuah rangkaian span zero untuk menyesuaikan output sensor dengan input mikrokontroler. Rangkaian yang digunakan adalah rangkaian non inverting amplifier dengan penguatan lima kali. Gambar rangkaian noninverting amplifier yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 3. Rangkaian non inverting amplifier

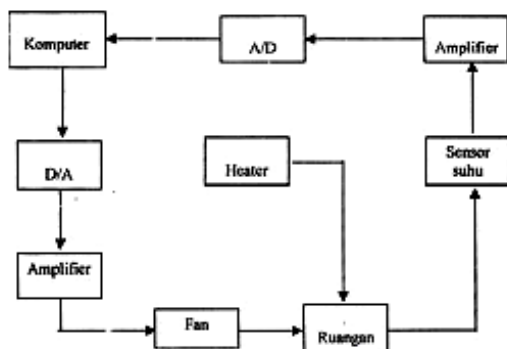


Gambar 4. Sensor Suhu (Chandra, 2010)

Dua buah resistor 150K yang diparalel membentuk resistor 75K yang diseri dengan kapasitor 1uF. Rangkaian RC-Seri ini merupakan rekomendasi dari pabrik pembuat LM35. Sedangkan resistor 1K5 dan kapasitor 1nF membentuk rangkaian passive low-pass filter dengan frekuensi 1 kHz. Tegangan keluaran filter kemudian diumpankan ke penguat tegangan tak-membalik dengan faktor penguatan yang dapat diatur menggunakan resistor variabel.

Dengan rangkaian ini, terbukti tegangan keluaran rangkaian ini jauh lebih stabil (chandra, 2010). Dengan demikian akurasi pengukuran telah dapat ditingkatkan. Tegangan keluaran opamp dapat langsung diumpankan ke rangkaian ADC untuk kemudian datanya diolah lebih lanjut oleh mikrokontroler.

### Pengontrolan Suhu lewat Komputer



Gambar 5. Skema diagram pengontrolan suhu melalui komputer

Gambar di atas merupakan suatu skema suatu sistem pengontrolan suhu. Prinsip

kerjanya adalah suhu ruangan dideteksi dengan sensor suhu. Sensor tersebut akan mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik ; tegangan. Selanjutnya sinyal tegangan akan di kirim ke konverter dengan terlebih dahulu diperkuat dengan satu unit amplifier. Keluaran dan konverter analog-digital adalah sinyal digital yang dapat di baca oleh komputer.

Pada Komputer , sinyal dari luar akan di baca dan dibandingkan dengan sinyal referensi. Hasil dari perbandingan ini akan menentukan perintah apa yang akan di kirim ke peralatan pengatur suhu tersebut. Kemudian komputer akan memberikan sinyal perintah yang akan mengendalikan peralatan pengatur suhu tersebut. Selanjutnya sinyal perintah dari komputer (sinyal digital) dikirim ke peralatan luar dengan terlebih dahulu mengubah sinyal tersebut menjadi sinyal analog dengan konverter digital-analog.

### Sensor Flood Alert

Pasang Sensor Banjir untuk permukaan vertikal seperti dinding atau pilar menggunakan dua sekrup. Kemudian, meletakkan sensor pada daerah yang dikhawatirkan terjadinya banjir. Tentu saja daerah yang paling mungkin atau daerah rendah. Sensor Kabel dapat berupa kabel tegangan rendah seperti kawat lonceng, kabel speaker, kabel data atau kabel

[Ralin Allo Todang]

telepon. Minimum isolasi tegangan 50V, minimum daya dukung 1A. Panjang maksimum yang disarankan adalah sekitar 100 meter meskipun panjang pendek akan menghasilkan kinerja lebih handal. Panjang kabel sensor dapat diperpanjang sampai dengan sekitar 900 meter panjang meskipun kekuatan sinyal dapat dipengaruhi oleh perangkat kekuasaan lain seperti generator, UPS atau lampu fluorescent.



Gambar 6. Sensor Peringatan Banjir  
**Flood Sensor**

Sensor Banjir yang dirancang untuk memberitahukan bila ada air banjir dan potensial air. Caranya adalah dengan menempatkan sensor di sepanjang dinding basement, dekat pemanas air, mesin cuci dll Ketika probe sensor ditutupi dengan air, sensor akan mengirimkan sinyal ke salah satu penerima dari Sensor. Namun terlebih dahulu harus memprogram sensor untuk receiver ini sebelum dipasang.



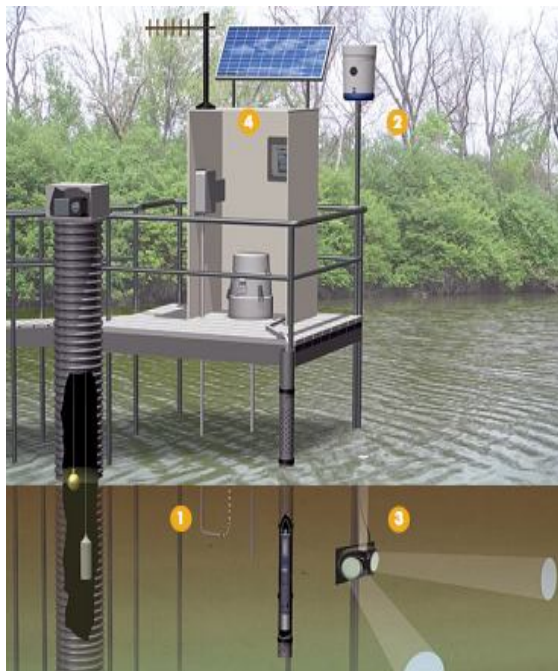
Gambar 7. sensor banjir

1. Setiap Sensor Banjir berisi 2 bagian. Salah satunya adalah pemancar (TX), yang lain adalah sensor, namun harus selalu menempatkan sensor di bawah pemancar saat memasang unit ini.
2. Posisi pemancar yang baik menggunakan *double tape* (sementara) atau sekrup (permanen). Jika Anda menggunakan sekrup, membongkar bagian pertama dari bagian punggungnya dengan obeng kecil dan sekrup bagian punggungnya ke posisinya. Kemudian klik pemancar ke *backplate* sekarang dipasang di dinding.
3. Posisi sensor bawah pemancar menggunakan *double tape* atau sekrup (disarankan).
4. Lakukan pengujian sensor dengan menekan tombol “*learn*” pada pemancar. Jika lampu LED merah menyala, maka sensor siap di pasang.

Setelah air terdeteksi oleh sensor, maka pemancar akan mengirimkan sinyal ke penerima.

## PEMBAHASAN

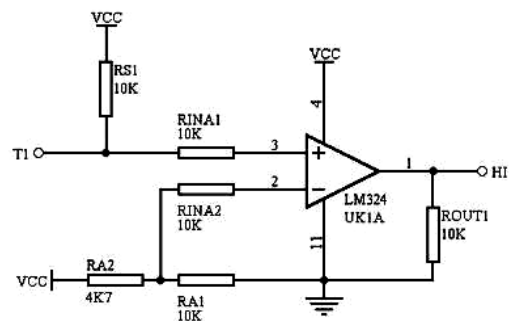
Banyak macam cara yang dapat digunakan untuk mengukur ketinggian permukaan air, pada aplikasi ini cara yang digunakan untuk membuat semacam sensor pengukur ketinggian air pada Gambar 8 yaitu dengan menggunakan pelampung (nomor 1), sensor angin (nomor 2), sensor pengukur jarak (nomor 3), dan sensor cuaca (nomor 4). Pemasangan sensor disesuaikan dengan kondisi dan karakteristik peralatan.



Gambar 8. Pemasangan multisensor untuk banjir (sumber: www.ysisystems.com)

Pada prinsipnya dengan mengukur selisih ketinggian antara batas tinggi maksimal

permukaan air dengan posisi ketinggian pelampung maka tinggi permukaan air dapat diketahui. Untuk mengukur selisih ketinggian antara tinggi maksimal permukaan air dengan posisi ketinggian pelampung digunakan sensor pengukur jarak, karena selisih ketinggian antara tinggi maksimal permukaan air dengan posisi ketinggian pelampung adalah sama dengan jarak antara batas maksimal permukaan air dengan posisi pelampung yang akan diukur. Sehingga dengan menempatkan sensor pengukur jarak pada posisi batas maksimal ketinggian air, maka jarak yang terukur antara sensor dengan pelampung adalah sama dengan selisih ketinggian air maksimum dengan ketinggian pelampung. Jika ketinggian air maksimum adalah tetap dan pasti nilainya, maka dengan mengurangi nilai tersebut dengan nilai selisih ketinggian pelampung, maka ketinggian air dapat diketahui.



Gambar 9. Interface sensor

T1 adalah masukan dari rangkaian sensor diatas, bisa jadi Vout1, Vout2, Vout3, atau Vout4. Pada gambar port



[Ralin Allo Todang]

keluaran bertuliskan HI untuk sensor ketinggian HI. Ini berlaku sama persis untuk ketiga sensor lainnya.

Rangkaian pembagi tegangan yang disusun oleh resistor RA1 dan RA2 memberikan tegangan pembanding sebesar  $(10000/14700) * 5 \text{ volt} = 3,4 \text{ Volt}$ . Sehingga masuk dalam jangkauan keluaran sensor yang berada di kisaran 1-4,8 volt.

Ketika sensor tidak terkena air,  $V_{in(+)} > V_{in(-)}$ , oleh karenanya tegangan keluaran opamp akan berada di kisaran 3,5-4,5V. Dan ketika sensor terkena air,  $V_{in(+)} < V_{in(-)}$ , maka tegangan keluaran akan drop menjadi 0V.

Pada Gambar 8 (nomor 2 dan 4) sebuah aplikasi yang dapat memberikan informasi tentang keadaan lingkungan sekitar yang berbasis dekstop. Sistem ini memberikan informasi mengenai data suhu, kelembaban, gas CO<sub>2</sub>, dan embun secara real time karena data-data tersebut merupakan data hasil pengukuran dari sensor. Tetapi terkadang dalam pengiriman data dari sensor ke komputer server terjadi kehilangan data. Karena hal tersebut maka akan dilakukan restorasi terhadap data yang hilang. Restorasi data yang hilang akan dilakukan dengan menggunakan perhitungan statistik yaitu dengan menggunakan *winter methods*. Dan data dari sensor ke komputer server akan dikirim dengan menggunakan jaringan

GSM (*sms gateway*). Oleh karena sistem informasi ini berbasis dekstop, maka digunakan teknologi yang sesuai diantaranya yaitu gammu sebagai pengelola sms gateway, java sebagai pembangun system dan basis data postgres sebagai penyimpan data. Semua informasi yang dihasilkan dalam sistem ini akan tervisualisasikan dalam tabel data dan grafik pada suatu waktu tertentu.

## KESIMPULAN

Multisensor sangat efektif digunakan dalam mendeteksi banjir dan tsunami. Banyaknya alternatif sensor yang digunakan menjadikan sistem ini mempunyai daya deteksi yang valid. Multisensor terdiri atas sensor ultrasonik, sensor suhu, sensor *flood alert*, sensor flood, dan sensor ketinggian air menggunakan pelampung. Pemasangan multisensor sebaiknya memperhatikan kondisi lingkungan sekitar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chandra, 2010. Rangkaian Sensor Suhu LM35. Di ambil pada tanggal 2 Desember 2010. dari <http://telinks.wordpress.com/2010/04/09/rangkaian-sensor-suhu-lm35/>
- Linn Wen Teck. 2007. Portable Water Alarm Detector. Faculty Of Electrical & Electronics Engineering Universiti Malaysia Pahang. Malaysia

Pallas Areny, R. Dan G Webster, J. 1991. Sensor and Signal Conditioning. John Wiley & Sons, Inc, Singapore.

Thiang,. 2010. Ultrasonic Level Transmitter Berbasis Mikrokontroler ATmega8. Yogyakarta. CITEE 2010. ISSN: 2085-6350

Wobschall, D. 1987, Circuit Design for Electronic Instrumentation, analog and digital from sensor to display 2nd Edition. Mc Graw HillBook Company, Singapore.