

# PH METER 16 BIT TERKOMPENSASI SUHU DENGAN KALIBRASI OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO

*by* Lanny Agustine

---

FILE	13P-PH_METER_16_BIT_OCR.PDF (328.95K)	WORD COUNT	4459
TIME SUBMITTED	21-AUG-2019 04:59PM (UTC+0700)	CHARACTER COUNT	24778
SUBMISSION ID	1161981901		

## PH METER 16 BIT TERKOMPENSASI SUHU DENGAN KALIBRASI OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO

Christian Oei, Wida Andyardja, Lanny Agustine, Yulianti, Peter R. Angka, Albert Gunadhi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala

Jl. Kalijudan 37 Surabaya, 60114

Telp. (01) 389-1264

E-mail: [widya@ukwms.ac.id](mailto:widya@ukwms.ac.id), [widya\\_andy@yahoo.com](mailto:widya_andy@yahoo.com)

[lanny.agustine@ukwms.ac.id](mailto:lanny.agustine@ukwms.ac.id), [lanny\\_agustine@yahoo.com](mailto:lanny_agustine@yahoo.com)

### ABSTRAK

pH meter yang mampu melakukan kalibrasi otomatis dengan ketelitian lebih tinggi sangat mungkin dilakukan dengan tersedianya mikrokontroler dengan fitur yang makin kompleks. Pada penelitian ini, pH meter berbasis Arduino Uno yang telah dilengkapi dengan ADC internal 12 bit pada chip mikrokontrolernya akan dibandingkan dengan ADC external 16 bit. Rentang pH yang diukur adalah pH 4 sampai 10, disesuaikan dengan tujuan aplikasi di perikanan, dan diperoleh hasil dengan error pengukuran pH sebesar 1,24 %. Pengukuran pH juga telah terkompensasi suhu dengan error respon alat terhadap perubahan suhu hanya sebesar 0,3 %. Tersedianya jalur komunikasi serial juga memungkinkan agar data pengukuran dikirim ke komputer untuk tujuan lanjut dalam data akuisisi, seperti menampilkan grafik perubahan pH terhadap suhu dan waktu serta untuk tujuan pemantauan secara kontinu.

**Kata Kunci:** pH meter, mikrokontroler, kalibrasi otomatis, kompensasi suhu

### ABSTRACT

*pH meter those able to do automatic calibration with high accuracy are possible with the more complex of the latest features of microcontroller. The pH meter in this research is an Arduino Uno based pH meter which internally equipped with 12-bits ADC in its microcontroller chip will be compared with 16-bits external ADC. pH range to be measured is pH 4 to 10, due to its goal to be used in fishery, and the result of pH error measurement of this device is 1.24%. The device response of pH measurement with temperature compensation gives only 0.3% measurement error. The existing serial communication line also equipped this device with the ability to transfer the measured data to the computer for further data acquisition, for example to display the pH change with temperature and for further continuous monitoring purpose.*

**Keywords:** pH meter, microcontroller, automatic calibration, temperature compensated

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan sungai dan laut yang luas, sehingga marak usaha tambak tradisional, termasuk di pulau Jawa. Pada tahun 2015, di 5 (lima) kabupaten kota Jawa Timur saja, yaitu Sumenep, Lamongan, Gresik, Blitar dan Tulungagung tercatat total ada 186.280 pemilik usaha tambak (Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur, 2015). pH merupakan salah satu parameter kimia yang perlu diukur dan dikendalikan agar layak untuk usaha tambak, sehingga memberikan hasil yang bermutu tinggi. Parameter kualitas sumber air untuk usaha perikanan diatur pula oleh Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan. Contohnya, budidaya udang di tambak diatur dalam Kepmen. Kelautan dan Perikanan no. KEP. 28/MEN/2004. Jadi alat ukur pH (pH meter) tidak saja dibutuhkan di laboratorium, namun juga oleh masyarakat luas yang mungkin tidak memiliki latar belakang teknis untuk mengoperasikan alat ukur tersebut.

pH meter tersedia dalam versi ekonomis dan teliti. Kelemahan pH meter versi ekonomis adalah adanya tahap kalibrasi agar hasil pengukurannya akurat yang harus dilakukan secara manual dengan prosedur tertentu. Tahap ini yang belum tentu dikuasai semua pengguna alat. Sedangkan pH meter versi teliti

mampu melakukan kalibrasi otomatis, namun harganya sangat tinggi. Di samping itu, perubahan suhu air juga mempengaruhi hasil ukur pH, sehingga perlu metode kompensasi terhadap suhu agar sesuai dengan pH larutan terukur.

Untuk itu, pada penelitian ini dibuat prototip pH meter yang mampu melakukan kalibrasi otomatis dengan kompensasi suhu namun dengan pemilihan komponen yang harganya terjangkau dan mudah didapat. Sehingga alat ukur ini dapat digunakan oleh masyarakat luas dengan lebih mudah dan dengan harga terjangkau. Sedangkan peningkatan fitur ketelitian alat sudah ditingkatkan dan sangat mudah dilakukan dengan didukung majunya teknologi komponen seperti mikrokontroler dan ADC yang digunakan pada alat yang direalisasikan.

Ada 3 (tiga) masalah dengan batasannya masing-masing yang diselesaikan dengan realisasi prototip pH meter ini, yaitu sebagai berikut:

- Bagaimana agar pH meter mampu mengukur pH 4-10 pada cairan, dengan ketelitian 0,01 pH.
- Bagaimana agar pH meter mampu mengukur pH dengan terkompensasi suhu dalam kisaran suhu cairan  $0^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$ , dan ketelitian pengukuran suhu hingga  $0,5^{\circ}\text{C}$ .
- Bagaimana agar data pH terukur dapat dipantau dan disimpan di komputer.

Prototip yang dihasilkan ini merupakan pH meter dengan kemampuan kompensasi terhadap suhu yang mempunyai ketelitian ukur lebih tinggi dari pH meter versi ekonomis yang telah beredar sampai saat ini.

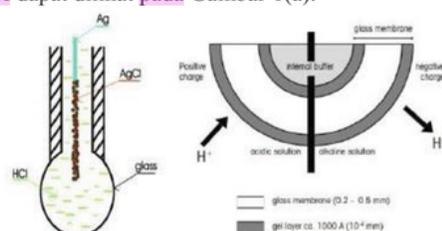
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan desain kinerja alat, baik diagram blok perangkat keras maupun alur kerja perangkat lunak. Desain awal ini berdasarkan kinerja alat ukur serupa yang telah ada disertai dengan pemilihan komponen yang sesuai dengan tujuan alat serta harga terjangkau. Selanjutnya dilakukan realisasi prototip perangkat keras dan dilakukan pengujian dan pengukuran per bagian. Kemudian dilakukan realisasi perangkat lunak dan pengujian respon keluaran terhadap masukan baik untuk Arduino Uno maupun pada perangkat lunak pada komputer dengan masukan berupa data simulasi terlebih dahulu. Kemudian keseluruhan perangkat keras diintegrasikan dengan perangkat lunak, lalu dilakukan pengujian keseluruhan kinerja pH meter yang dirancang. Metode pengujian kinerja pH meter yang dirancang ini ada dua cara. Pertama, pH meter diuji dengan larutan pada pH tetap, tetapi suhu larutan diubah (dilakukan dengan cara memanasi larutan). Kedua, pH meter diuji dengan larutan-larutan yang pH-nya bervariasi, namun pada suhu tetap, yaitu suhu ruang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

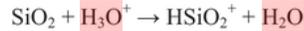
### Probe pH Meter

Dasar kerja pH meter bergantung pada sensornya yang berbentuk *probe*. Sensor pH bekerja dengan cara mengukur jumlah ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  di dalam larutan. Ujung sensor berupa lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat (*bulb*). *Bulb* dihubungkan dengan silinder kaca non-konduktor atau plastik memanjang yang diisi larutan HCl (0,1 mol/liter). Di dalam larutan HCl terendam sebuah kawat elektroda panjang dari bahan perak yang pada permukaannya terbentuk senyawa setimbang AgCl. Konstannya jumlah larutan HCl pada sistem ini membuat elektroda Ag-AgCl memiliki nilai potensial stabil. Konstruksi sensor pH dapat dilihat pada Gambar 1(a).



Gambar 1. Sensor pH: a) konstruksi, b) ilustrasi proses pengukuran pH  
(Sumber: Vanysek, 2004, diakses pada 20 Juni 2017)

1 Kaca tersusun atas molekul silikon dioksida dengan sejumlah ikatan logam alkali. Pada saat *bulb* terekspos air, ikatan  $\text{SiO}_2$  akan terprotonasi membentuk membran tipis  $\text{HSiO}_2^+$  sesuai dengan reaksi berikut: (Vanysek, 2004)



Ilustrasi proses terjadinya pengukuran pH oleh sensor dapat dilihat pada Gambar 1(b). Kinerja inti sensor pH yaitu permukaan *bulb* mampu bertukar ion positif ( $\text{H}^+$ ) dengan larutan terukur ( $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ ). Pada ilustrasi tersebut, pada permukaan *bulb* terbentuk semacam lapisan “gel” (lapisan gel dinyatakan dengan garis melengkung dan tebal) sebagai tempat pertukaran ion  $\text{H}^+$ . Jika larutan bersifat asam, maka ion  $\text{H}^+$  akan terikat ke permukaan *bulb*, sehingga muatan positif terakumulasi pada lapisan “gel”. Jika larutan bersifat basa, maka ion  $\text{H}^+$  dari dinding *bulb* terlepas dan bereaksi dengan larutan, sehingga menghasilkan muatan negatif pada dinding *bulb*. Pertukaran ion hidronium ( $\text{H}^+$ ) tersebut menjadi kunci pengukuran jumlah ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  di dalam larutan. Keseimbangan pertukaran ion yang terjadi di antara dua fasa dinding kaca *bulb* dengan larutan menghasilkan beda potensial di antara keduanya yang setara dengan pH larutan. Rumus untuk menghitung nilai pH adalah pada persamaan (1) berikut (Vanysek, 2004, Khandpur, 2006):

$$E_{\text{dinding kaca/AgCl}} = E_0 + \frac{R \cdot T_K}{2,303 \cdot F} \cdot \log a_{(\text{H}_3\text{O}^+)} \quad (1)$$

Beda potensial yang dihasilkan proses tersebut linier terhadap pH terukur, dengan gradien (*slope*) negatif. Jika terjadi perubahan suhu, maka kemiringan gradien (*slope*) akan berubah. Makin tinggi suhu larutan, makin tinggi pula gradien respon sensor terhadap pH terukur. Rumus untuk menghitung *slope* pH (mV/pH) adalah pada persamaan (2) berikut: (Vanysek, 2004)

$$\text{slope} = \frac{2,3026 \cdot R \cdot T_K}{F} \quad (2)$$

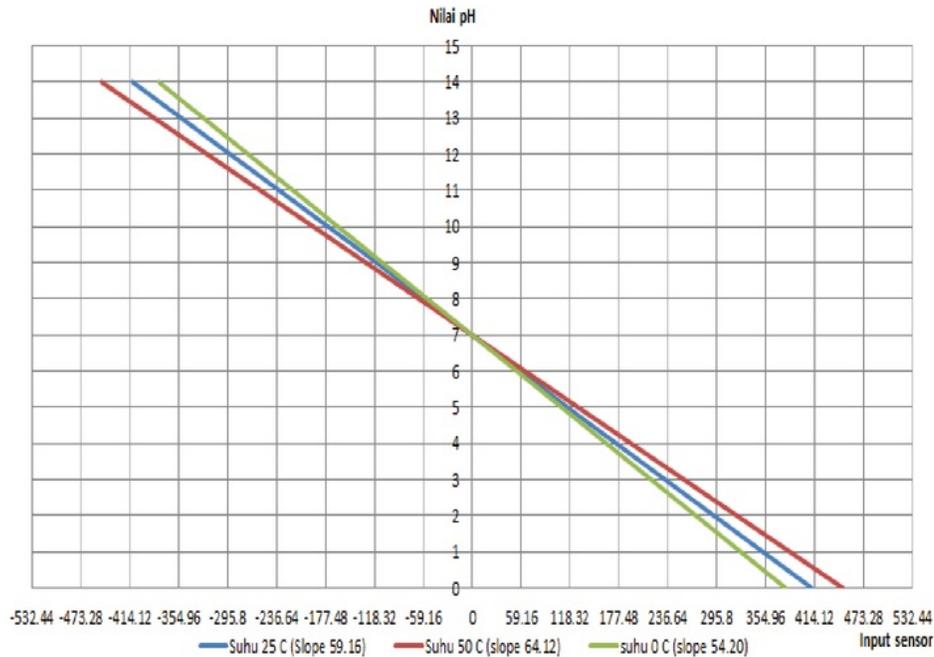
Keterangan:

- R = konstanta molar gas (8,31447 Joule/mol K)
- T = temperatur dalam Kelvin
- F = konstanta Faraday (96485,3 Coulomb/mol)
- 2,3026 = angka konversi antara logaritma alami dan umum

Sedangkan dalam realisasinya data suhu dalam satuan  $^{\circ}\text{C}$  ( $T_C$ ), sehingga persamaan (2) akan berubah menjadi:

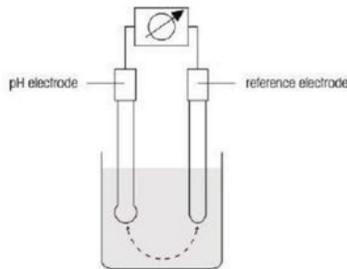
$$\text{Slope} = 0,19842 (T_C + 273,15) \quad (3)$$

Jadi dalam pengukuran pH perlu dilakukan pengukuran suhu larutan untuk mendapatkan nilai pH yang valid. Kurva beda potensial sensor terhadap pH terukur yang dipengaruhi suhu dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasar kurva tersebut, sebagai contoh pada suhu larutan  $25^{\circ}\text{C}$  maka gradien kurva sebesar 59,16 mV/pH, yang berarti saat pH 7 sensor menghasilkan beda potensial 0 mV, dan saat pH 6 maka sensor menghasilkan beda potensial sebesar 59,16 mV dan kelipatannya. (Omega Engineering, 2016).



**Gambar 2. Kurva beda potensial sensor terhadap pH terukur yang dipengaruhi suhu**  
(Sumber: Vanysek, 2004, diakses pada 20 Juni 2017)

Pada pengukuran pH, selain terdapat probe kaca juga diperlukan probe referensi. Kedua probe tersebut sama-sama terendam dalam media ukur seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Untuk menghasilkan pembacaan pH yang valid, elektroda referensi harus memiliki nilai potensial stabil dan tidak terpengaruh oleh jenis larutan yang diukur. Di dalam elektroda referensi juga digunakan larutan KCl (elektrolit) yang merendam elektroda kecil dari bahan Ag-AgCl atau Hg-HgCl. Pada ujung elektroda referensi terdapat junction berupa bahan keramik sebagai tempat pertukaran ion antara elektrolit dengan larutan terukur (jembatan garam). Pertukaran ion ini dibutuhkan untuk menciptakan aliran listrik sehingga pengukuran beda potensial (potensiometer) dapat dilakukan.



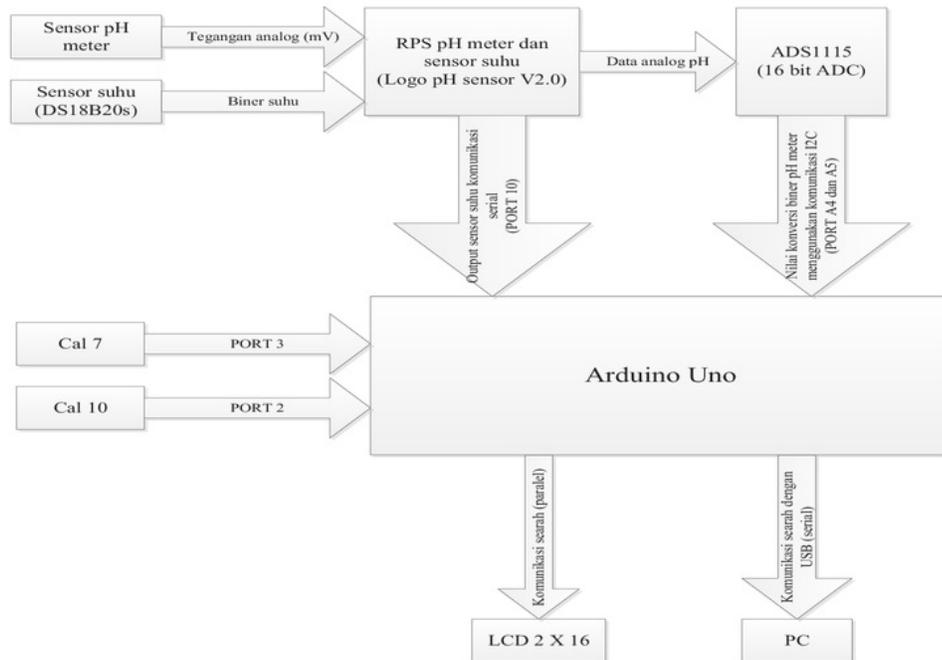
**Gambar 3. Ilustrasi cara pengukuran pH larutan**  
(Sumber: Vanysek, 2004, diakses pada 20 Juni 2017)

Elektroda referensi memiliki nilai potensial yang konstan, sehingga persamaan rangkaian potensiometer secara keseluruhan dapat ditulis pada persamaan (4) berikut ini: (Vanysek, 2004)

$$E = E_{\text{elektrode referensi}} + E_{\text{elektrode kaca}} \quad (4)$$

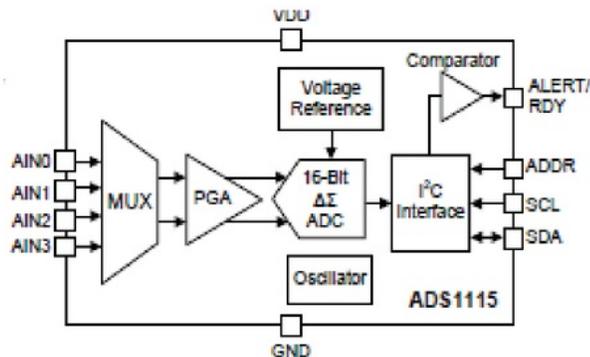
### Desain Perangkat Keras

Bagian-bagian alat ya<sup>4</sup> dirancang dan interkoneksi antar bagian dapat dilihat pada diagram blok pada Gambar 4. Pada alat terdapat 2 sensor yaitu sensor pH (elektroda kaca yang telah dilengkapi dengan elektroda referensi internal) dan sensor suhu Pt-100 DS18B20s. Kedua sensor tersebut dimasukkan pada larutan yang ingin diukur pH-nya.



Gambar 4. Diagram blok alat

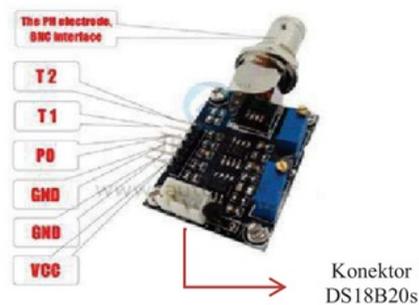
Beda potensial listrik yang dihasilkan oleh sensor pH sangat kecil, besarnya hanya 59,16 mV/pH (pada suhu larutan 25 °C). Keluaran sensor pH tersebut akan diproses menjadi sinyal digital menggunakan kanal analog AIN0 dari modul ADC ADS1115 (lihat Gambar 5) dengan spesifikasi input 0 V sampai dengan 5 V.



Gambar 5. Diagram blok ADS1115

(Sumber: Texas instruments, 2016, diakses pada 20 Juni 2017)

Agar tegangan keluaran dari sensor pH dapat sesuai dengan rentang nilai ADC, maka rangkaian pengkondisi sinyal (RPS) dibutuhkan (Rangan, 1997) dengan memanfaatkan modul Logo pH Sensor V2.0. Tegangan analog pada masukan ADC tersebut dikonversi menjadi data digital 16 bit (1 bit sebagai sign bit dan 15 bit sebagai data), sehingga alat ini mampu menghasilkan pengukuran tegangan hingga resolusi 0,01 mV. (Texas Instruments, 2016) Modul Logo pH Sensor V2.0 juga memberikan penguatan tegangan pada keluaran sensor pH sebesar 3,03 kali. Data pH dikirim ke Arduino Uno melalui komunikasi serial I2C.



**Gambar 6. Logo pH sensor V2.0**  
(Sumber: Lo, 2015, diakses pada 20 Juni 2017)

Modul DS18B20s (lihat Gambar 7) yang digunakan merupakan sensor suhu yang telah terintegrasi dengan pengkondisi dan pengolah sinyal, sehingga keluarannya sudah berupa data digital 12 bit, dengan 4 bit terkecil adalah nilai pecahan, dan 8 bit terbesar adalah nilai bilangan bulatnya. (Lo, 2015) Konversi data digital tersebut ke nilai suhu dilakukan dengan cara konversi biner ke desimal. Untuk konversi nilai bilangan bulatnya menggunakan persamaan (5) berikut: (Feoh, 2011)

$$x = (\text{biner} * 2^7) + (\text{biner} * 2^6) + \dots + (\text{biner} * 2^0) \quad (5)$$

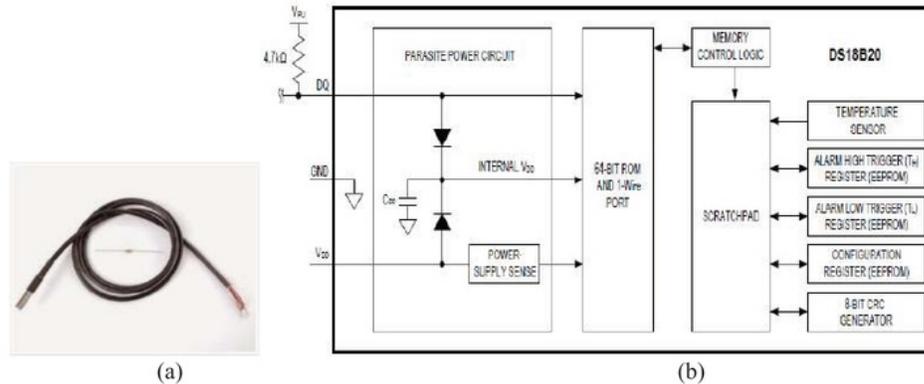
Sedangkan untuk konversi nilai pecahannya, dimulai dari digit setelah tanda koma, menggunakan persamaan (6) berikut: (Feoh, 2011)

$$y = (\text{biner} * 2^{-1}) + (\text{biner} * 2^{-2}) + \dots + (\text{biner} * 2^{-4}) \quad (6)$$

Sehingga diperoleh suhu terukur adalah  $(x,y) ^\circ\text{C}$ . Sensor suhu ini mampu mengukur suhu negatif, namun tidak dimanfaatkan pada penelitian ini.

Modul ini kompatibel untuk digunakan bersama modul Logo pH Sensor V2.0, dengan tersedianya koneksi langsung antar modul seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Modul DS18B20s membutuhkan sebuah resistor pada keluarannya terhadap suplai agar tidak terjadi *drop* tegangan pada keluaran sensor suhu, yang juga telah tersedia pada modul Logo pH Sensor V2.0.

Data suhu digital dari keluaran modul DS18B20s dikirim ke modul Logo pH Sensor V2.0 melalui teknologi *1-wire port* (Maxim Integrated Products, Inc, 2015), lalu diteruskan ke Arduino Uno juga melalui teknologi *1-wire port*, untuk dikonversi ke besaran suhu dalam derajat Celcius menggunakan persamaan matematis yang akan dibahas lebih lanjut pada bagian perangkat lunak. Selanjutnya, data pengukuran suhu tersebut digunakan untuk meng-*update* gradien pada persamaan (3) untuk mengkalkulasi nilai pH terukur. Data yang telah dikonversi ke besaran pH dan  $^\circ\text{C}$  tersebut dapat ditampilkan ke LCD, dan juga dikirimkan ke komputer melalui komunikasi USB. Pada komputer, kedua data ditampilkan dalam bentuk grafik dan disimpan dalam *format* \*.txt.



Gambar 7. Modul sensor suhu DS18B20s, a) bentuk fisik, b) diagram blok  
(Sumber: Maxim integrated products, Inc, 2015, diakses pada 20 Juni 2017)

Sebelum digunakan, alat ini dapat dikalibrasi dulu dengan tujuan menghasilkan pengukuran pH yang lebih akurat. Hal ini disebabkan karena dalam sensor pH meter terdapat larutan kimia yang dapat terpengaruh kondisi suhu lingkungan yang mempengaruhi gradien (*slope*) hasil pengukuran sensor pH. Kalibrasi pH meter dilakukan pada 2 larutan uji dengan pH yang berbeda, sesuai dengan larutan kalibrasi yang umum tersedia yaitu pH 7 dan pH 10 atau 4. Ada 2 tombol untuk melakukan kalibrasi, yaitu CAL 7 dan CAL10/CAL4. Tahapan kalibrasi yaitu pertama-tama memasukkan sensor pH ke larutan *buffer* dengan pH 7 untuk kalibrasi nol/zero mV. Apabila hasil pengukuran yang ditampilkan pada LCD tidak sesuai dengan pH *buffer* 7, maka tombol CAL 7 ditekan. Langkah berikutnya sensor pH dibersihkan dengan air suling atau *aquadest*, lalu dimasukkan ke larutan *buffer* dengan pH 10 atau 4 untuk kalibrasi gradien (*slope*). Proses kalibrasi pH 10 ini sama dengan proses kalibrasi pH 7, yaitu apabila hasil pengukuran sensor pH tidak sesuai dengan nilai kalibrasi yang tertera maka pengguna harus menekan tombol CAL 10. Maka nilai – nilai tegangan yang terukur terhadap kedua larutan kalibrasi tersebut akan disimpan sebagai penentu gradien (*slope*) perhitungan pH pada alat. Walaupun pada penelitian ini pengukuran dilakukan pada pH 4 – pH 10, namun kemampuan mengukur pH alat ini adalah pH 2 – pH 12.

#### Desain Perangkat Lunak

Proses yang akan dilakukan oleh *board* Arduino Uno terhadap masukan dan keluarannya pada alat ini digambarkan pada diagram alir Gambar 8. Pada saat *chip* mikrokontroler ATmega328P pada Arduino Uno mendapatkan suplai daya, maka hal pertama yang dilakukan adalah mengaktifkan dan menginisialisasi PIN dan PORT yang akan digunakan sebagai jalur masukan dan keluaran pada Arduino Uno. PIN yang akan diaktifkan antara lain PB2 (pada board Arduino disebut PIN 10) untuk menerima data dari sensor suhu DS18B20s. Selain itu juga PIN PC4 dan PC5 (pada Arduino disebut A4 dan A5) yang diaktifkan untuk komunikasi I2C dengan ADS1115. Untuk PORT yang diaktifkan adalah PB4, PB3, dan PD7 – PD4 yang digunakan untuk interkoneksi ke LCD 2 × 16. Selain itu juga akan diaktifkan PIN PD2 dan PD3 yang digunakan sebagai input *pull up* dari kalibrasi pH 10 dan kalibrasi pH 7. Selain mengaktifkan PIN dan PORT ATmega328P, juga mendeklarasikan variabel. Pada *board* Arduino Uno sudah tersedia jalur komunikasi USB dan juga *library* programnya untuk mengakses jalur tersebut.

Selanjutnya ATmega328P pada Arduino Uno akan membaca data suhu terukur dari sensor suhu (DS18B20s), diikuti dengan membaca data pH terukur dari hasil konversi ADC eksternal ADS1115, setelah mendapatkan data dari kedua sensor tersebut. Arduino Uno mengkonversi data suhu digital menjadi data suhu dalam °C dengan menggunakan persamaan (5) dan (6). Kemudian, data digital hasil konversi ADC eksternal ADS1115 diubah ke nilai tegangan listrik dalam mili Volt. ADS1115 memiliki tegangan referensi internal sebesar +/- 6,144 V, pada penelitian ini digunakan tegangan referensi +6,144 V. Dengan 15 bit data, maka nilai tegangan untuk setiap bitnya sebesar 0,1875 mV.

Perangkat lunak konversi data diperlukan untuk mengubah data digital hasil konversi ADC (AIN0) ke nilai tegangan analog (mV) sesuai dengan persamaan (7) berikut ini:

$$\text{Keluaran ADC}_{(mV)} = 0,1875 \text{ AIN0} \quad (7)$$

Nilai tegangan analog dari keluaran ADC tersebut telah dipengaruhi penguatan oleh modul Logo pH Sensor V2.0 sebesar 3,03 kali. Di samping itu, ADC diatur agar dapat membaca tegangan analog bipolar dalam rentang 6,144 V, sehingga titik nol konversi ADC berada pada tegangan +3042,25 mV. Maka untuk memperoleh tegangan analog dari output sensor pH-nya dapat dikalkulasi dengan menggunakan persamaan (8) berikut ini:

$$\text{Keluaran sensor pH}_{(mV)} = \frac{\text{Keluaran ADC}_{(mV)} - 3042,25}{3,03} \quad (8)$$

Data suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) dan tegangan listrik (mV) tersebut kemudian dikonversi dengan rumus dan tahapan berikut ini sehingga menghasilkan nilai pH yang terkompensasi suhu, yang merepresentasikan pH larutan yang sedang diukur. Pertama-tama dicari dulu karakteristik *slope* sensor pH berdasarkan suhu terukur dengan persamaan (3), dengan nilai variabel  $T_C$  diperoleh dari data suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ). Selanjutnya, untuk memperoleh nilai pH dari tegangan analog (mV) tersebut dan *slope* yang telah di-update berdasar suhu terukur dapat menggunakan persamaan (9) berikut:

$$\text{Keluaran sensor pH}_{(pH)} = \frac{\text{Keluaran sensor pH}_{(mV)}}{\text{slope}} \quad (9)$$



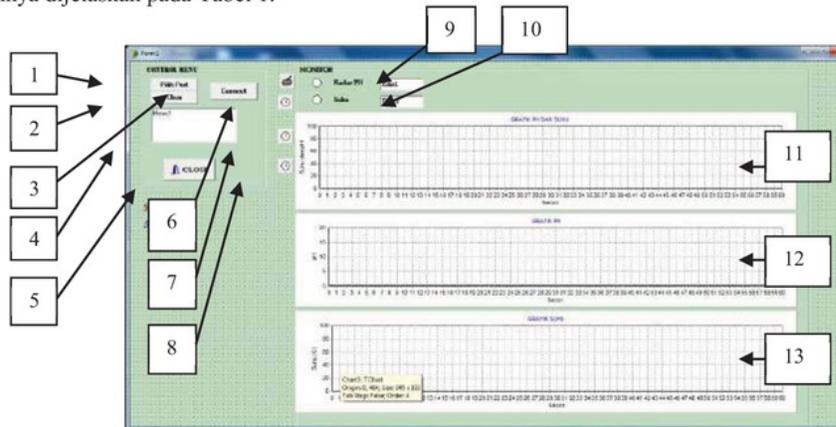
Gambar 8. Diagram alir perangkat lunak

Dengan menggunakan prinsip persamaan garis lurus dengan tegangan analog 0 mV setara pH 7, maka dapat diperoleh nilai pH yang *slope* karakteristik keluaran sensor pH-nya telah di-update dengan menggunakan persamaan (10) berikut, selanjutnya data suhu dan pH yang telah terkompensasi suhu akan ditampilkan pada LCD 2 × 16.

$$pH_{\text{terkompensasi suhu}} = -\text{Keluaran sensor } pH_{(pH)} + 7 \quad (10)$$

Fitur kalibrasi otomatis dilakukan pada 2 nilai pH, sehingga digunakan 2 tombol, masing-masing untuk kalibrasi ke pH 7 dan ke pH 10. Langkah awal sebelum melakukan kalibrasi yaitu sensor pH dan sensor suhu dimasukkan ke larutan *buffer* pH 7. Apabila nilai pH yang terukur dalam rentang pH 6 dan pH 8, maka pada LCD akan ditampilkan selisih nilai pH hasil pengukuran dengan pH 7. Apabila selisih hasil pengukuran bernilai 0, berarti nilai variabel untuk konversi nilai pH pada Arduino Uno sudah sesuai dengan pH 7. Apabila selisih hasil pengukuran tidak sama dengan 0, maka *user* harus menekan tombol CAL7 sehingga nilai variabel untuk konversi nilai pH akan di-update sehingga pH larutan akan terbaca menjadi pH 7. Proses ini juga berlaku untuk kalibrasi pH 10, untuk nilai pH terukur dalam rentang pH 9 dan pH 11.

Perangkat lunak pada komputer ditujukan untuk menampilkan bentuk grafik dari pH dan suhu terukur terhadap waktu. Bentuk desain tampilan ditunjukkan pada Gambar 9 dan keterangan bagian-bagiannya dijelaskan pada Tabel 1.



Gambar 9. Tampilan pada monitor komputer

No	Nama	Keterangan
1	Pilih Port	Tombol ini digunakan untuk memilih atau mengatur <i>port</i> pada komputer yang menerima data dari Arduino Uno.
2	Clear	Tombol ini digunakan untuk menghapus data input yang diterima dari Arduino Uno yang berada di memo.
3	Menyambung atau memutuskan hubungan	Tombol ini digunakan untuk memberi perintah untuk menyambung atau memutuskan hubungan komputer dan Arduino Uno.
4	Data yang diterima dari Arduino Uno	Digunakan untuk tempat menampilkan dan menyimpan data yang diterima dari Arduino Uno.
5	Close	Tombol ini digunakan untuk menutup jendela atau keluar dari program tampilan ini.
6	Timer 1	<i>Timer</i> ini untuk mengatur data waktu, hari, bulan dan tahun pada tampilan.
7	Timer 2	<i>Timer</i> ini sebagai penentu waktu penyimpanan data suhu dan pH yang telah diterima komputer ke dalam file dalam format TxT.
8	Timer 3	<i>Timer</i> ini sebagai penentuan data pada menit ke berapa yang telah diterima dari Arduino Uno dan di-plot pada grafik.

9	Edit 1	Untuk menampilkan data hasil pengukuran pH terkini.
10	Edit 2	Untuk menampilkan data hasil pengukuran suhu terkini.
11	Chart 1	Menampilkan grafik suhu dan pH terhadap waktu secara bersamaan.
12	Chart 2	Menampilkan grafik pH terhadap waktu.
13	Chart 3	Menampilkan grafik suhu terhadap waktu.

**Tabel 1.** Penjelasan bagian-bagian tampilan pada monitor komputer

### Pengujian alat

Pengujian yang utama dilakukan yaitu pada parameter suhu dan pH terukur. Berikut ini alat diuji untuk kemampuan kompensasi suhu. Bagian ini sangat bergantung pada suhu terukur yang digunakan dalam perangkat lunak untuk meng-*update* nilai variabel *slope* respon keluaran sensor pH. Pengujian dilakukan dengan cara keluaran sensor pH disimulasikan dengan menggunakan tegangan konstan 177,1 mV<sub>dc</sub> (tegangan keluaran sensor pH pada suhu 25 °C saat mengukur larutan dengan pH 4), dan sensor suhu mengukur perubahan suhu suatu larutan yang dipanasi. Tabel 2 menunjukkan perbandingan teori dan hasil pengujian yang dimaksud. Kolom b adalah suhu yang diukur oleh thermometer, sebagai acuan suhu yang seharusnya terukur oleh sensor suhu DS18B20s. Kolom c dan d diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (3). Kolom e adalah nilai pH (yang seharusnya telah terkompensasi suhu) yang ditampilkan pada LCD, dan kolom f adalah nilai *slope* yang di-*update* pada perangkat lunak, akibat suhu yang diukur oleh sensor DS18B20s. Sedangkan kolom g menunjukkan error pH terukur terhadap perhitungan teori untuk menunjukkan seberapa baik alat mampu menghasilkan nilai pH dengan terkompensasi suhu. Rata-rata error pH terukur terhadap hasil perhitungan teori hanya sebesar 0,3 %.

No.	Suhu (°C)	Teori		Pengukuran		Error <i>slope</i> (%)
		pH	<i>Slope</i> (mV/pH)	pH	<i>Slope</i> (mV/pH)	
a	b	c	d	e	f	g
1	0	3,73	54,21	3,72	53,99	0,39
2	10	3,85	56,19	3,84	56,04	0,26
3	20	3,96	58,17	3,94	57,88	0,51
4	25	4,01	59,17	4,00	59,03	0,23
5	30	4,06	60,16	4,05	60,03	0,21
6	40	4,15	62,14	4,14	61,92	0,35
7	50	4,24	64,13	4,23	63,94	0,30
8	60	4,32	66,11	4,31	65,84	0,42
9	70	4,40	68,10	4,39	67,85	0,36
10	80	4,47	70,08	4,47	70,00	0,12
11	90	4,54	72,07	4,54	71,99	0,10
12	100	4,61	74,05	4,60	73,79	0,35
Rata-rata error (%)						0,3

**Tabel 2.** Pengujian kompensasi suhu dengan asumsi keluaran sensor pH pada 177,1 mV

Pengujian keakuratan nilai pH yang terukur dilakukan dengan cara memasukkan sensor pH, sensor suhu, dan sensor pembanding (pH meter Toledo sudah terintegrasi sensor pH dan sensor suhu) ke dalam larutan-larutan dengan pH bervariasi namun pada suhu tetap (suhu ruang). Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian pH terukur dibandingkan dengan keluaran pH meter Toledo. Kolom b adalah 13 jenis larutan dengan pH yang bervariasi. Kolom c adalah nilai pH yang terukur oleh pH meter Toledo (alat ukur pembanding). Kolom d adalah nilai pH yang terukur oleh pH meter yang dirancang. Sedangkan kolom e adalah error pH terukur dari pH meter yang dirancang terhadap pH meter pembanding. Dari hasil pengujian diperoleh error pH yang terukur oleh pH meter yang dirancang sebesar 1,24 %.

No.	Larutan	pH terukur		Error pH (%)
		pH meter Toledo	pH meter yang dirancang	
a	b	c	d	e
1	1	10,44	10,56	1,15
2	2	9,55	9,49	0,63
3	3	8,72	8,7	0,23
4	4	8,61	8,63	0,23
5	5	7,95	8,05	1,26
6	6	7,46	7,55	1,21
7	7	6,92	7,04	1,73
8	8	6,55	6,58	0,46
9	9	6,08	6,15	1,15
10	10	5,64	5,45	3,37
11	11	5,2	5,1	1,92
12	12	4,64	4,58	1,29
13	13	4,01	3,95	1,50
			Rata-rata error (%)	1,24

Tabel 3. Pengujian pH terukur dengan suhu konstan

#### KESIMPULAN

Dari pengujian kompensasi suhu, dapat disimpulkan bahwa pH meter yang dirancang mampu mengukur suhu larutan terukur dengan baik, sehingga hasil *update* nilai *slope* respon sensor pH dan kalkulasi nilai pH terukur mendekati nilai pH sesungguhnya. Sedangkan dari pengujian mengukur pH, dengan rata-rata error 1,24 % maka dapat disimpulkan bahwa pH meter yang dirancang mampu mengukur nilai pH dengan baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pH meter yang dirancang mampu melakukan pengukuran pH larutan dengan terkompensasi suhu untuk larutan dengan pH 4 sampai pH 10 dan pada suhu 0 °C sampai 80 °C.

#### 4. AFTAR PUSTAKA

- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur, Statistik Budidaya Provinsi Jawa Timur Tahun 2015, 2015.
- Feoh, [11]erson. 2011. STIKOM Bali: Sistem Bilangan dan Konversi Bilangan, (*Online*), ([http://lulu\\_mawadah.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/41709/sistem\\_bilangan\\_dan\\_konversi\\_bilangan1.pdf](http://lulu_mawadah.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/41709/sistem_bilangan_dan_konversi_bilangan1.pdf), diakses 30 Januari 2017).
- Flow Techn [10] Reference Handbook, Omega Engineering, 2016.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor 28 tentang Pedoman Umum Budidaya Udang di Tambak, 2004.
- Khandpur, R.S., 2006. Handbook of Analytical Instrument, 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw Hill.
- Lo, Kevin. 2015. Arduino PH Meter: Assembly Guide, (*Online*), (<http://www.mini-kossel.com/image/data/manual/ArduinoPHMeterAssemblyGuidev1.00.pdf>, diakses 10 Januari 2017).
- [7] Maxim Integrated Products, Inc. 2015. *Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer*, (*Online*).

- 6 (<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>, diakses 10 Januari 2017).
- Rangan, C.S., Sarma, G.R., Mani, V.S.V., 1997. *Instrumentation Devices and Systems*, 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw Hill.
- 3 Texas Instruments. 2016. *ADS111x Ultra-Small, Low-Power, I2C-Compatible, 860-SPS, 16-Bit ADCs With Internal Reference, Oscillator, and Programmable Comparator*, (Online), (<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1114.pdf>, diakses 28 November 2016).
- Vanysek, Petr. 2004. *The Glass pH Electrode: The Electrochemical Society Interface*, (Online), (<http://www.electrochem.org/dl/interface/sum/sum04/IF6-04-Pages19-20.pdf>, diakses 10 Agustus 2016).

# PH METER 16 BIT TERKOMPENSASI SUHU DENGAN KALIBRASI OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO

## ORIGINALITY REPORT

% **10**  
SIMILARITY INDEX

% **8**  
INTERNET SOURCES

% **1**  
PUBLICATIONS

% **10**  
STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

**1** [agungmutaqin96.blogspot.com](http://agungmutaqin96.blogspot.com) %**4**  
Internet Source

**2** [lelumuh-tekno.blogspot.com](http://lelumuh-tekno.blogspot.com) %**2**  
Internet Source

**3** Submitted to The University of Manchester %**1**  
Student Paper

**4** Submitted to Universitas Brawijaya %**1**  
Student Paper

**5** [bdigital.unal.edu.co](http://bdigital.unal.edu.co) <%**1**  
Internet Source

**6** [documents.tips](http://documents.tips) <%**1**  
Internet Source

**7** [electronicaymanufactura.blogspot.com](http://electronicaymanufactura.blogspot.com) <%**1**  
Internet Source

**8** Submitted to Universitas Islam Indonesia <%**1**  
Student Paper

**9** Submitted to Universitas Muhammadiyah

10

Yosafat Pangarevo. "Model Wanamina (Silvofishery) Sebagai Optimalisasi Pasca Rehabilitasi Kawasan Mangrove di Pesisir Dusun Benteng Kabupaten Mempawah", Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, 2017

Publication

<% 1

11

hananurfiana9.blogspot.com

Internet Source

<% 1

EXCLUDE QUOTES ON

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES < 10 WORDS