

IMPLEMENTASI *CONTACTING CONDUCTIVITY SENSOR* DAN *THERMISTOR* BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32 UNTUK PENDETEKSIAN AWAL KUALITAS AIR

Arief Goeritno^{1*}, Ruslan Effendi², Rakhmad Yatim³

¹Dosen, Kepala Laboratorium Instrumentasi dan Otomasi,
Jurusan/Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor
Jl. K.H. Sholeh Iskandar km.2, Kedung Badak, Tanah Sareal, Kota Bogor 16132

²Laboratorium Instrumentasi dan Otomasi, Jurusan/Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor

³Pusat Teknologi Satelit, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)
Jl. Cagak Satelit km.4, Rancabungur, Kabupaten Bogor 16310 Telepon: 0251 8623010

*Email: arief.goeritno@ft.uika-bogor.ac.id

ABSTRAK

Telah dibuat prototipe sistem dengan *contacting conductivity sensor* dan *thermistor* berbasis mikrokontroler ATmega32 pendeteksi awal kualitas air, melalui (a) pengintegrasian sensor ke sistem mikrokontroler ATmega32 dan (b) pemrograman mikrokontroler ATmega32 untuk pengoperasian sistem. Pengintegrasian sensor ke sistem mikrokontroler, berupa: (i) pemanfaatan *pin* pada *board* mikrokontroler untuk sensor konduktivitas hanya 4 dari 8 *pin* yang tersedia, dimana masing-masing digunakan untuk data (*pin-1*), *clock* (*pin-3*), *ground* (*pin-4*), dan catu daya +5 volt *dc* (*pin-8*); (ii) *port* pada *board* mikrokontroler untuk *thermistor*, yaitu *port-C* (*PC*) dengan *PC0* untuk pembacaan dan penulisan data, sedangkan *PC1* digunakan untuk penghasil pulsa (*clock*) sinkronisasi proses komunikasi *2-wire* (*bi-directional*); dan (iii) lima *port* utama pada *board* mikrokontroler ATmega32 yang digunakan, yaitu untuk: (i) catu daya 5 volt *dc* pada ATmega32, (ii) sensor konduktivitas dan suhu, (iii) *LCD* 2x16, (iv) *downloader*, dan (v) keluaran. Pemrograman mikrokontroler ATmega32 untuk pengoperasian sistem, dilakukan penanaman program berbahasa *BasCom* dalam delapan tahapan, yaitu: (i) konfigurasi *pin*, (ii) deklarasi variabel (peubah), (iii) deklarasi konstanta (tetapan), (iv) inisialisasi, (v) program utama, (vi) tampilan: konduktivitas (*line-1*) dan suhu (*line-2*), (vii) ambil dan kirim data, dan (viii) keluaran: Pengukuran terhadap kinerja sistem berupa uji validasi dengan tampilan nilai konduktivitas dan suhu. Nilai target telah diperoleh saat pengoperasian peranti *ADC* untuk penjagaan kestabilan nilai konduktivitas dan suhu, melalui pengukuran terhadap lima contoh air, yaitu air mineral, air mineral yang dipanaskan, air dari perusahaan air minum, air hujan, dan air bersifat asam. Berdasarkan kelima contoh air, pengukuran terhadap air bersifat asam dengan nilai konduktivitas dan suhu tertinggi, sehingga air bersifat asam dikategorikan sebagai air yang tidak layak untuk dikonsumsi.

Kata-kata Kunci: *contacting conductivity* dan suhu, kualitas air, mikrokontroler ATmega32.

ABSTRACT

Prototyping the system using the contacting conductivity sensor and thermistor based on ATmega32 microcontroller for early detection of water quality have been done, through (1) integrating the sensors into the board of ATmega32 microcontroller system and (2) programming for ATmega32 microcontroller to operation of the system. Integrating the sensor into the microcontroller, either: (a) utilization pin on the board of microcontroller for conductivity sensor only 4 of the 8 pin available, each of which is used for data (pin-1), clock (pin-3), ground (pin-4), and the +5 volt dc power supply (pin-8); (b) port on the microcontroller module for the thermistor, namely the port-C (PC) with PC0 for reading and writing data, while PC1 is used for producing pulses (clock) to synchronization the communication process using 2-wire (bi-directional); and (c) five port of major on board of ATmega32 the microcontroller used, are to: (i) 5 volt dc power supply on ATmega32, (ii) conductivity and temperature sensor, (iii) LCD 2x16, (iv) downloader, and (v) output. Programming the ATmega microcontrollers for the operation of

the system, carried out with the BasCom language in eight stages, namely: (i) the pin configuration, (ii) a variable declaration, (iii) constant declarations, (iv) initialization, (v) the main program, (vi) the display: conductivity (line-1) and the temperature (line-2), (vii) download and send data, and (viii) output. Target values have been obtained during operation of ADC devices to secure the stability of the conductivity and temperature values, by measuring the five samples of water, namely mineral water, mineral water is heated, the water from the PDAM, rainwater, and acidic water. Based on the five samples of water, measuring the acid water showed the highest conductivity and temperature values, making the water acidic water is classified as unfit for consumption.

Keywords: *contacting conductivity and temperature, water quality, microcontroller ATmega32.*

PENDAHULUAN

Contacting conductivity sensor adalah alat pengukur nilai konduktivitas air atau kemampuan air dalam penghantaran arus listrik melalui kontak langsung terhadap air (Hach Company 2015). Pengukuran konduktivitas air berhubungan erat dengan kualitas air, baik air minum ataupun air yang terdapat di lingkungan, termasuk juga air pada saluran pembuangan (Fondriest Environment Inc., 2016). Semakin besar nilai konduktivitas air, maka air tersebut sangat baik dalam penghantaran arus listrik dan hal itu berarti, kualitas air tersebut jelek atau tidak layak untuk digunakan atau bahkan dapat berbahaya bagi kesehatan (Hach Company, 2015). Kondisi sebaliknya, semakin kecil nilai konduktivitas air, maka arus listrik semakin susah dialirkan dalam air tersebut dan itu berarti kualitas air semakin baik (Hach Company, 2015). Dalam pengoperasian sensor konduktivitas air, sangat dipengaruhi oleh konsentrasi, mobilitas ion, ion valensi, dan suhu atau *temperature* (Hach Company, 2015). Sensor suhu (*thermistor*) juga telah digunakan pada pendeteksian multi-guna berbasis mikrokontroler untuk pengakjaian kualitas air (Postolache, 2010).

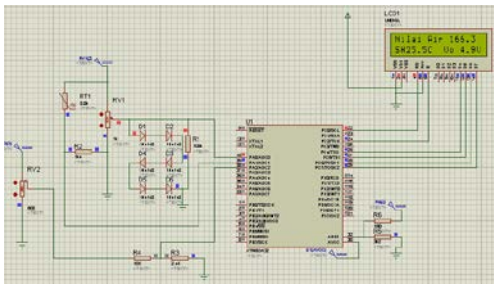
Pemanfaatan *contacting conductivity sensor* pada pendeteksian awal terhadap kualitas air minum atau air yang dikonsumsi sehari-hari melalui tampilan nilai parameter konduktivitas secara kuantitatif sesuai *ISO standard 7888:1985*. Prinsip pengukuran pada alat ukur konduktivitas air ini, adalah untuk pengarah dan perolehan sinyal dari sensor yang mendeteksi suatu besaran (Gray, 2004), kemudian diperoleh data dari metode multiplexser dan pengkodean (*decode*), selanjutnya pemecahan data dengan metode enkoder untuk ditransfer ke *serial data stream*

pada sistem mikrokontroler melalui pengiriman ke unit kontrol untuk ditampilkan pada layar penampil (*LCD, Liquid Crystal Display*) melalui kabel (Boylestad, 2013). Rangkaian elektronika secara individu di dalam sistem tertanam (*embedded*) saling bertukar informasi dan sistem secara keseluruhan harus berbagi protokol komunikasi secara bersama-sama (Postolache, 2010; Faustine, 2014; Jain, 2014).

Pengintegrasian sensor ke sistem mikrokontroler ATmega32 (Mazidi, 2011) pada prototipe sistem pendeteksian awal pencemaran air berbantuan sensor konduktivitas dan suhu berbasis mikrokontroler (Effendi, 2015) berupa pemanfaatan 5 (lima) *port* utama pada *board* mikrokontroler ATmega32 yang digunakan untuk catu daya 12 volt *dc* pada ATmega32 melalui dua *integrated circuit (IC)* regulator 7805, sensor konduktivitas dan *thermistor*, *Liquid Crystal Display (LCD) 2x16*, *downloader*, dan keluaran (*output*). Berkaitan dengan pemrograman mikrokontroler ATmega32 untuk pengoperasian sistem, dilakukan penanaman program berbasis bahasa *BasCom* (the MCS Electronics Team, 2008) melalui delapan tahapan, yaitu konfigurasi pin, deklarasi variabel (peubah), deklarasi konstanta (tetapan), inisialisasi, program utama, tampilan pada *LCD* (baris ke-1 untuk nilai konduktivitas dan baris ke-2 untuk suhu dan tegangan), ambil dan kirim data, dan keluaran.

Uji verifikasi terhadap program bahasa *BasCom* (the MCS Electronics Team, 2008) dilakukan dengan bantuan program aplikasi *Proteus* (*Proteus2000*, 1998). Rangkaian elektronika (Boylestad, 2013) untuk sistem pendeteksian terlebih dahulu dirangkai dengan bantuan program aplikasi *Proteus*, kemudian

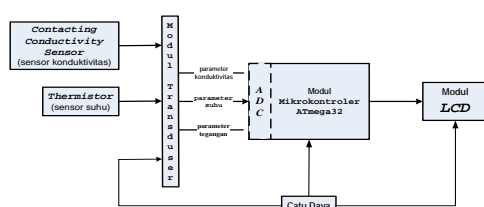
program yang sudah dibuat dengan bahasa *BasCom* (the MCS Electronics Team, 2008) di-*comfile* menjadi bentuk heksa atau bahasa mesin dan di-*download*-kan ke rangkaian tersebut. Konduktivitas dan suhu yang terdeteksi pada simulasi, dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan untuk pembuktian, apakah program yang telah dibuat sudah sesuai dengan yang diharapkan atau belum yang ditampilkan pada uji verifikasi (Effendi, 2015). Tampilan pada uji verifikasi berbantuan program aplikasi *Proteus*, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tampilan pada uji verifikasi berbantuan program aplikasi *Proteus*

Berdasarkan Gambar 1 ditunjukkan, bahwa uji verifikasi terhadap program berbasis bahasa *BasCom* yang telah dibuat dilakukan dengan bantuan program aplikasi *Proteus* untuk penentuan linearitas nilai konduktivitas pada nilai tengahnya, yaitu nilai desimal 128 setara dengan 2,55 volt dan nilai decimal 128 setara dengan 25 °C (Effendi, 2015). Untuk sensor konduktivitas tergantung setelah pemberian tegangan masukan yang diberikan dalam simulasi dan untuk nilai suhu tergantung setelah pada resistor variabel dalam simulasi. Program yang telah dibuat dan telah diimplementasikan melalui simulasi dengan hasil mendekati yang diharapkan.

Berdasarkan uraian-uraian tersebut, perlu implementasi *conducting conductivity sensor* dan *thermistor* berbasis mikrokontroler ATmega32 untuk pendeteksian awal kualitas air. Diagram skematis sistem untuk pendeteksian awal kualitas air, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram skematis sistem untuk pendeteksian awal kualitas air

Berdasarkan Gambar 2 ditunjukkan, bahwa tujuan penelitian ini, yaitu a) memperoleh sistem minimalis berbasis mikrokontroler ATmega32 dan (b) memperoleh kinerja sistem untuk penentuan nilai konduktivitas dan suhu berupa uji validasi terhadap sejumlah contoh air.

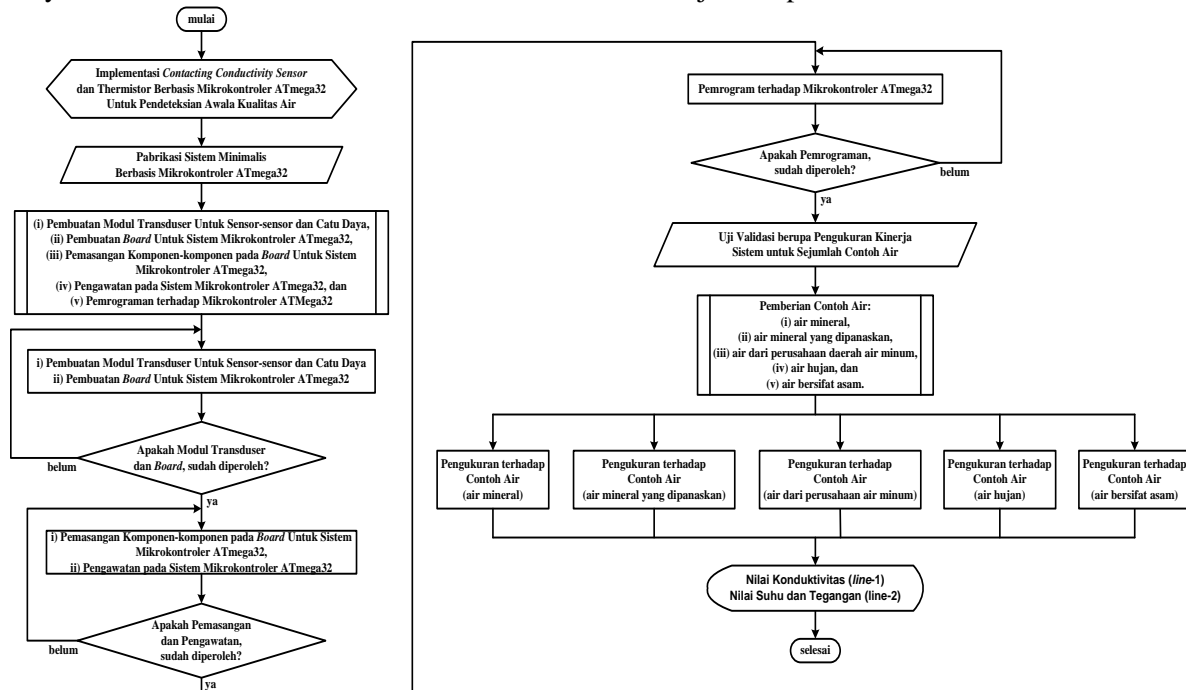
METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian, agar setiap tujuan penelitian dapat diperoleh. Berkenaan dengan tujuan penelitian berupa pabrikasi sistem minimalis berbasis mikrokontroler ATmega32, dilakukan dengan tahapan-tahapan i) pembuatan modul transduser (Bishop, 2003) untuk sensor-sensor dan catu daya, ii) pembuatan *motherboard* untuk sistem mikrokontroler ATmega32 (Mathivanan, 2006; Bates, 2011), iii) tata letak dan pemasangan komponen-komponen pada *board* sistem mikrokontroler ATmega32, iv) pengawatan pada sistem mikrokontroler ATmega32, dan v) pemrograman terhadap mikrokontroler ATmega32. Pembuatan rangkaian skematis pada perolehan modul transduser untuk sensor-sensor dan catu daya dan board untuk sistem mikrokontroler dilakukan dengan bantuan program aplikasi *Easily Applicable Graphical Layout Editor* atau *EAGLE* (Clarke, 2008; CadSoft Computer, 2010; Aono, 2011). Pemrograman mikrokontroler berbasis bahasa *BasCom*, dilakukan dengan penetapan algoritma dan penulisan sintaks.

Berkaitan dengan tujuan penelitian tentang kinerja sistem untuk penentuan nilai konduktivitas dan suhu berupa uji validasi terhadap sejumlah contoh air, yaitu: (i) air mineral, (ii) air mineral yang dipanaskan, (iii) air dari perusahaan daerah air minum, (iv) air hujan, dan (v) air bersifat asam. Kualitas air disesuaikan terhadap sesuai *ISO standard 7888:1985*. Untuk nilai konduktivitas air yang sesuai standar (Hach Company, 2015) dengan nilai suhu harus pada kisaran 10-25 °C pada saat pengukuran (Miller, 1988, Fondriest Environment Inc., 2016). Nilai konduktivitas air mineral sebagai contoh air yang diacu, sehingga nilai yang ditampilkan sebagai dasar

dalam penentuan kualitas contoh-contoh air lainnya.

Diagram alir metode penelitian, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram alir metode penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan berdasarkan tujuan penelitian dan bersesuaian dengan metode penelitian, yaitu a) pabrikasi sistem minimalis berbasis mikrokontroler ATmega32 dan b) pengukuran kinerja sistem untuk penentuan nilai konduktivitas dan suhu berupa uji validasi terhadap sejumlah contoh air.

Sistem Minimalis Berbasis Mikrokontroler ATmega32

Sistem minimalis berupa pembuatan dan perolehan: i) modul transduser untuk sensor-sensor dan catu daya, ii) *board* untuk sistem mikrokontroler ATmega32, iii) tata letak dan pemasangan komponen-komponen pada *board* sistem mikrokontroler, iv) pengawatan dan penyambungan pada sistem mikrokontroler, dan v) pemrograman mikrokontroler.

Modul transduser untuk sensor-sensor dan catu daya

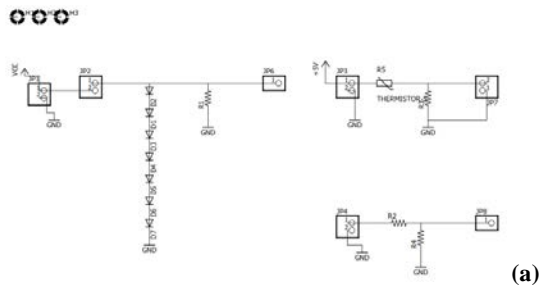
Bentuk fisis sensor konduktivitas dan thermistor, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



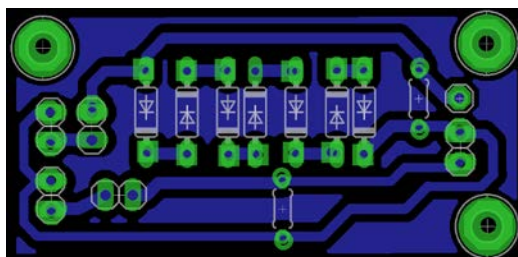
Gambar 4 Bentuk fisis sensor konduktivitas dan *thermistor*

Berdasarkan Gambar 4 ditunjukkan, bahwa material untuk bahan elektrode berupa plat aluminium berukuran 2 cm x 1 cm berjumlah dua plat dengan jarak antar plat elektrode 1 cm. Pengukuran nilai suhu berdasarkan isyarat dari mikrokontroler melalui *port* A.1 untuk pengontrolan *thermistor* sebagai sensor untuk pengukuran suhu dan pengukuran ditampilkan pada *LCD*. Rangkaian tersebut dipasang tegangan yang diambil dari mikrokontroler sebesar 4,9 volt untuk sensor *thermistor* 10k *NTC* (*Negative Temperature Coefficient*), sehingga pengukuran suhu di dalam air bersamaan dengan pengukuran konduktivitas.

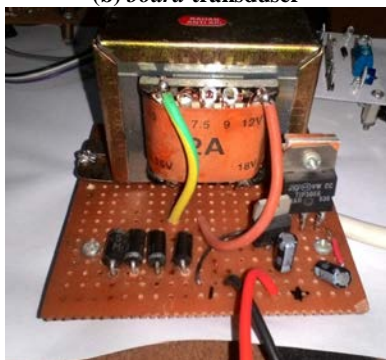
Untuk penghubungan keluaran dari sensor diperlukan modul transduser untuk sensor. Perolehan modul transduser untuk sensor dilakukan melalui pembuatan skematis transduser dan pabrikan *board* untuk transduser, dilengkapi catu daya. Modul transduser untuk sensor-sensor dan catu daya, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



rangkain skematis transduser



(b) board transduser



(c) bentuk fisik catu daya

Gambar 5 Modul untuk transduser dan catu daya

Berdasarkan Gambar 5 ditunjukkan, bahwa rangkaian transduser untuk masing-masing sensor, yaitu transduser konduktivitas, transduser suhu, dan transduser tegangan (*voltage*). Rangkaian skematis terlebih dahulu dibuat dengan bantuan program aplikasi *EAGLE*. Hal itu digunakan untuk pembentukan jalur antar komponen, agar *pin* pada *board* sensor dapat diketahui penggunaannya. Tata letak komponen merupakan langkah kedua untuk pengubahan rangkaian skematis menjadi bentuk rangkaian pada *board* (*PCB*) dengan perintah *switch to board* pada program aplikasi *EAGLE*. Langkah terakhir dicetak (*printed*) pada kertas foto dan dicetak pada lempengan *PCB* dengan bantuan seterika listrik. Komponen-komponen yang digunakan dipilih sesuai dengan kebutuhan dalam pembuatan *board* transduser untuk sensor, meliputi i) resistor 1,4 k Ω , 2,4 k Ω , 10 k Ω , dan 100 k Ω , ii) diode 1N414, iii) *thermistor* *NTC* 10 k Ω , dan iv) *pin header*.

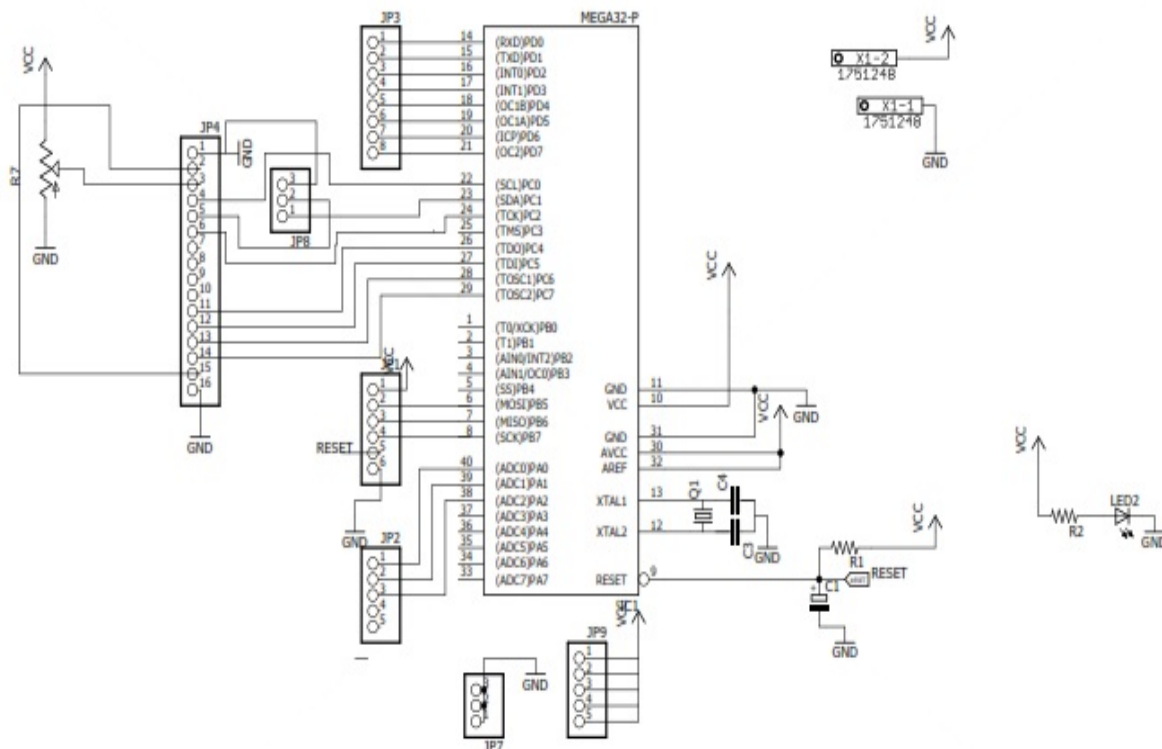
Rangkaian pengontrolan nilai konduktivitas berdasarkan isyarat dari mikrokontroler melalui *port* A.0 untuk pengukuran elektrode sebagai sensor yang menghubungkan hasil pengukuran yang berupa tegangan yang telah ditetapkan. Hasil pengukuran elektrode berupa tegangan yang diproses oleh mikrokontroler dan hasil keluaran yang ditampilkan pada *LCD* berupa nilai desimal dalam angka biner 8 bit. Rangkaian tersebut dihubungkan ke sumber tegangan sebesar 4,9 volt dari mikrokontroler yang dihubungkan ke elektrode sebagai sensor atau pengukur yang dicelupkan kedalam air, sehingga hasil pengukuran elektrode tersebut berupa tegangan yang masuk ke rangkaian berisi komponen beberapa diode dan resistor. Rangkaian diode berupa diode-diode dihubung seri, agar satu komponen bernilai tegangan 0,7 volt, sehingga rangkaian tersebut terdiri atas 7 (tujuh) buah diode zener. Rangkaian pengontrolan tegangan berdasarkan isyarat dari mikrokontroler melalui *port* A.2 untuk pemantauan nilai tegangan pada mikrokontroler. Hasil pengukuran tegangan ditampilkan di *LCD* sebagai nilai hasil pengukuran sensor tegangan.

Keberlangsungan operasi sistem dan sejumlah komponen elektronika sangat perlu pasokan daya. Terdapat satu catu daya untuk keperluan mikrokontroler maupun komponen pendukung lain, yaitu penggunaan

transformator dengan sistem tegangan keluaran 12 volt *ac* dan arus 2 *ampere*. Hasil pengukuran terhadap tegangan keluaran pada catu daya sebesar 5 volt *dc* pada kondisi tanpa beban, yaitu nilai rata-rata 4,9 volt *dc*, sedangkan tegangan keluaran dengan beban pada nilai rata-rata 4,8 volt *dc*. Catu daya digunakan untuk pasokan daya ke sistem transduser, mikrokontroler ATmega32, dan LCD 2x16.

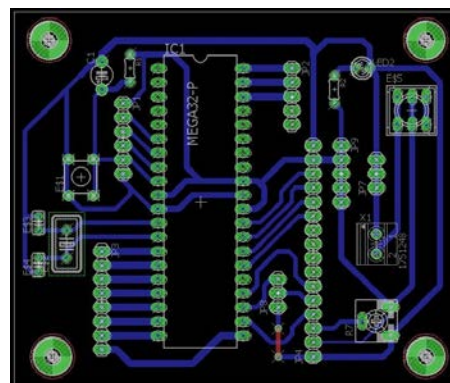
Board untuk sistem mikrokontroler ATmega32

Rangkaian elektronika pada sistem mikrokontroler ATmega32 dibuat dengan bantuan program aplikasi *EAGLE* untuk pembentukan jalur antar komponen, agar *pin* pada ATmega32 diketahui penggunaannya. Rangkaian skematis *board* mikrokontroler ATmega32, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Rangkaian skematis *board* mikrokontroler ATmega32

Berdasarkan Gambar 6 ditunjukkan, bahwa tata letak komponen merupakan langkah untuk perubahan diagram skematis menjadi bentuk rangkaian pada *board* dengan perintah *switch to board* pada program aplikasi *EAGLE*. Langkah berikut berupa pencetakan pada kertas foto dan dicetak pada lempeng *PCB* dengan bantuan seterika listrik, pelarutan, dan pengeboran *board* dengan *mini drill*. Penampang bawah *board* untuk sistem mikrokontroler ATmega32, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Penampang bawah *board* untuk sistem mikrokontroler ATmega32

Komponen-komponen yang digunakan dipilih sesuai dengan kebutuhan dalam pembuatan *board* mikrokontrolan ATmega32. Komponen yang digunakan pada pembuatan prototipe *board* untuk mikrokontroler ATmega32 terdiri atas i) *chip AVR* ATmega32, ii) resistor 10 k Ω dan 330 Ω , iii) *LED*, iv) resistor variabel 10 k Ω , v) kapasitor 2,2 nF, vi) kristal 12 MHz., dan vii) *pin header*.

Tata letak dan pemasangan komponen-komponen pada *board* untuk sistem mikrokontroler ATmega32

Pemasangan komponen-komponen untuk *board* mikrokontroler ATmega32, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Pembutan *board* untuk sistem mikrokontroler ATmega32

Komponen-komponen dipasang sesuai dengan gambar rangkaian dan dicetak pada *board*. Penyambungan kaki-kaki komponen pada *board* berbantuan solder listrik. Penempatan dan pemasangan komponen-komponen pada *board* untuk sistem mikrokontroler ATmega32, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Penempatan dan pemasangan komponen-komponen pada *board* untuk sistem mikrokontroler ATmega32

Berdasarkan Gambar 8 ditetapkan, bahwa tegangan masukan 5 volt dari catu daya melalui *IC regulator* 7805 dibutuhkan untuk pengoperasian *board* untuk mikrokontroler ATmega32, sensor konduktivitas dan suhu, dan *LCD* 2x16. *Board* untuk mikrokontroler ATmega32 menyediakan 5 (lima) pasang *pin* untuk konektor catu daya 5 volt *dc*, sensor, *LCD* 2x16, *downloader*, dan keluaran (*output*). Lima pasang *pin* tersebut merupakan masukan (*input*) dan keluaran (*output*) yang berasal dari *pin-pin* pada mikrokontroler ATmega32.

Pengawatan dan penyambungan pada sistem mikrokontroler ATmega32

Pengawatan pada sistem mikrokontroler ATmega32, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



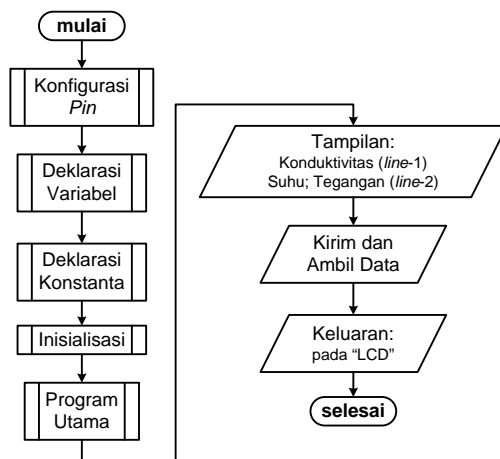
Gambar 10 Pengawatan pada sistem mikrokontroler ATmega32

Berdasarkan Gambar 10 ditunjukkan, bahwa *pin* serial data yang terhubung ke mikrokontroler memberikan perintah pengalamatan pada *pin* data sensor untuk pengukuran konduktivitas dan suhu. *Pin* yang digunakan pada modul sensor terletak pada *port-A*, dengan ketersediaan 8 *pin* tetapi hanya digunakan 3 *pin* saja yang digunakan, yaitu A0, A1, dan A2. Untuk sambungan ke *LCD*, terletak pada *port-C*, dengan ketersediaan 8 *pin* tetapi hanya 6 *pin* yang digunakan, yaitu C0, C2, C4, C5, C6, dan C7.

Pemrograman terhadap mikrokontroler ATmega32

Program terhadap mikrokontroler ATmega32 berbasis *BasCom* (*Basic Compiler*)

sebagai pusat pengontrolan untuk pendeteksian awal kualitas air berbantuan sensor konduktivitas dan suhu. Fungsi utama *BasCom* untuk meng-*compile* kode program menjadi *hexa-desimal* (bahasa mesin). Pemrograman terhadap mikrokontroler ATmega32 berupa penetapan algoritma dan penulisan sintaks. Penetapan algoritma digunakan cara diagram alir (*flowchart*). Diagram alir untuk penetapan algoritma pemrograman sistem pendeteksian awal kualitas air, seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11 Diagram alir untuk penetapan algoritma pemrograman sistem pendeteksian awal kualitas air

Berdasarkan Gambar 11 ditunjukkan, bahwa setiap langkah pada algoritma dijelaskan dengan uraian-uraian.

1) Konfigurasi *pin*

Konfigurasi *pin* merupakan penentuan *pin* yang digunakan, baik sebagai masukan maupun keluaran. Konfigurasi *pin* tersebut dijadikan sebagai parameter dalam setiap pengalamanan program untuk penentuan *pin* pada ATmega32, baik untuk sensor konduktivitas, suhu, maupun *LCD* 2x16. Konfigurasi *pin* pada pemrograman untuk sistem pendeteksian awal kualitas air, yaitu:

Config Lcdpin = Pin

Db4 = Portc.4

Db5 = Portc.5

Db6 = Portc.6

Db7 = Portc.7

E = Portc.2

Rs = Portc.0

Config Adc = Pin

Adc1 = Porta.0

Adc2 = Porta.1

Adc3 = Porta.2

2) Deklarasi variabel

Deklarasi variabel dilakukan untuk pendeklarasian jenis data yang harus dikerjakan. Deklarasi variabel pada pemrograman untuk untuk sistem pendeteksian awal kualitas air, yaitu:

Dim Adc1 As Byte

Dim Adc2 As Byte

Dim Adc3 As Byte

3) Deklarasi konstanta

Deklarasi konstanta merupakan pemberian nilai konstanta pada program berdasarkan *datasheet* sensor yang merupakan masukan dari untuk sistem pendeteksian awal kualitas air berbasis mikrokontroler ATmega32. Deklarasi konstanta langsung disebutkan nilainya. Deklarasi konstanta tidak dengan tanda titik dua (:), seperti pada deklarasi variabel, tetapi digunakan tanda sama dengan (=).

Baca_air = Getadc(0)

Sh = Getadc(1)

Vo = Getadc(2)

4) Inisialisasi

Inisialisasi berupa pemberian inisial terhadap program yang dibuat untuk mengetahui status setiap perintah pada program. Inisialisasi diharapkan dapat mempersingkat perintah pada program selanjutnya.

Config Pina.0 = Output

Config Pina.1 = Output

Config Pina.2 = Output

Pina.0 = adc1

Pina.1 = adc2

Pina.2 = adc3

5) Program utama

Program utama merupakan sumber dari pengontrolan program, karena semua perintah pada program diurutkan dari tampilan awal, pengambilan data, penampilan data pada *LCD*, dan reaksi atau keluaran dari program yang dibuat.

Adc1 = Baca_air / 1024

Adc1 = Adc1 * 255

Locate 1, 1

Adc2 = Sh / 1024

Adc2 = Adc2 * 150

Locate 2, 1

Adc3 = Vo / 1024

Adc3 = Adc3 * 25

Locate 2, 10

6) Tampilan konduktivitas dan suhu

Penampilan nilai konduktivitas dan suhu dilakukan untuk mengetahui setiap perubahan yang terjadi pada contoh air. Nilai konduktivitas dan suhu ditampilkan dengan ketentuan, bahwa untuk konduktivitas ditampilkan pada baris pertama atau atas, sedangkan suhu ditampilkan pada baris ke dua atau bawah.

Lcd "Nilai Air"

Locate 1 , 11

Lcd Fusing(adc1 , "##.#") ; "" ; ""

Lcd "SH"

Locate 2 , 3

Lcd Fusing(adc2 , "##.#") ; "C" ; ""

Lcd "Vo"

Locate 2 , 13

Lcd Fusing(adc3 , "##.#") ; "V" ; ""

Waitms 200

7) Ambil dan kirim data

Pengambilan data dilakukan sampai diperoleh perubahan data, kemudian data tersebut dikirim untuk selanjutnya ditampilkan pada *LCD*.

8) Keluaran

Keluaran program merupakan reaksi yang diakibatkan dari sumber atau sensor untuk selanjutnya ditampilkan pada *LCD*.

Kinerja Sistem untuk Penentuan Nilai Konduktivitas dan Suhu

Sistem pendeteksian awal kualitas air secara keseluruhan berupa kotak 18 cm x 9 cm x 7 cm sebagai tempat penyimpanan transformator catu daya, *board* sistem mikrokontroler ATmega32, modul transduser untuk sensor-sensor, dan *LCD* 16x2. Sistem pendeteksian awal kualitas air berbantuan *contacting conductivity sensor* dan *thermistor* berbasis mikrokontroler ATmega32 untuk pengukuran nilai konduktivitas dan suhu, seperti ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12 Sistem pendeteksian awal kualitas berbantuan *contacting conductivity sensor* dan

thermistor berbasis mikrokontroler ATmega32 untuk pengukuran nilai konduktivitas dan suhu

Berdasarkan Gambar 12 ditunjukkan, bahwa sistem diuji validasi melalui pengukuran kinerja sistem untuk pengukuran konduktivitas dan suhu terhadap sejumlah contoh air, sehingga sensor mendeteksi perubahan konduktivitas dan suhu yang kemudian memberikan informasi nilai konduktivitas dan suhu pada nilai tertentu (dalam digital 8 bit) untuk konduktivitas dan (dalam °C) untuk suhu. Pembacaan hasil pengukuran, ditampilkan melalui *LCD* 16x2. Nilai pengukuran konduktivitas dan suhu sesuai dengan keadaan yang dideteksi elektrode untuk konduktivitas dan *thermistor* untuk suhu.

Air mineral

Pengukuran kinerja sistem dengan contoh air mineral, seperti ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13 Pengukuran kinerja sistem dengan contoh air mineral

Berdasarkan Gambar 13 ditunjukkan, bahwa hasil pengukuran dengan contoh air mineral diperoleh nilai konduktivitas dan suhu sesuai kemampuan sensor, yaitu untuk nilai konduktivitas dengan nilai 187 dalam bentuk nilai digital 8 bit yang telah diubah dari nilai tegangan pengukuran sensor bernilai 3,26 volt. Untuk nilai suhu yang terdapat dalam air sekitar 23°C, dimana hasil dari pengukuran sensor konduktivitas tersebut dipengaruhi nilai suhu yang terdapat dalam air, maka tingginya nilai konduktivitas bersamaan dengan kenaikan nilai suhu.

Air mineral yang dipanaskan

Pengukuran kinerja sistem dengan contoh air mineral yang dipanaskan, seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14 Pengukuran kinerja sistem dengan contoh air mineral yang dipanaskan

Berdasarkan Gambar 14 ditunjukkan, bahwa hasil pengukuran dengan air mineral yang dipanaskan diperoleh nilai konduktivitas dan suhu sesuai kemampuan sensor, yaitu untuk nilai konduktivitas dengan nilai 199 dalam bentuk nilai digital 8 bit yang telah diubah dari nilai tegangan pengukuran sensor bernilai 3,47 volt. Untuk nilai suhu yang terdapat dalam air sekitar 62°C, dimana hasil dari pengukuran sensor konduktivitas tersebut dipengaruhi nilai suhu yang terdapat dalam air, maka tingginya nilai konduktivitas berbarengan dengan naiknya nilai suhu.

Air dari perusahaan air minum

Pengukuran kinerja sistem dengan contoh air dari perusahaan air minum, seperti ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15 Pengukuran kinerja sistem dengan contoh air dari perusahaan air minum

Berdasarkan Gambar 15 ditunjukkan, bahwa hasil pengukuran dengan contoh air dari perusahaan air minum diperoleh nilai konduktivitas dan suhu sesuai kemampuan sensor, yaitu untuk nilai konduktivitas dengan nilai 195 dalam bentuk nilai digital 8 bit yang telah diubah dari nilai tegangan pengukuran sensor bernilai 3,39 volt. Untuk nilai suhu yang terdapat dalam air sekitar 22°C, dimana hasil dari pengukuran sensor konduktivitas tersebut dipengaruhi nilai suhu yang terdapat

dalam air, maka tingginya nilai konduktivitas berbarengan dengan naiknya nilai suhu.

Air hujan

Pengukuran kinerja sistem dengan contoh air hujan, seperti ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16 Pengukuran kinerja sistem dengan contoh air hujan

Berdasarkan Gambar 16 ditunjukkan, bahwa hasil pengukuran dengan contoh air hujan diperoleh nilai konduktivitas dan suhu sesuai kemampuan sensor, yaitu untuk nilai konduktivitas dengan nilai 189 dalam bentuk nilai digital 8 bit yang telah diubah dari nilai tegangan pengukuran sensor bernilai 3,29 volt. Untuk nilai suhu yang terdapat dalam air sekitar 21°C, dimana hasil dari pengukuran sensor konduktivitas tersebut dipengaruhi nilai suhu yang terdapat dalam air, maka tingginya nilai konduktivitas berbarengan dengan naiknya nilai suhu.

Air bersifat asam

Pengukuran kinerja sistem dengan contoh air bersifat asam, seperti ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17 Pengukuran kinerja sistem dengan contoh air bersifat asam

Berdasarkan Gambar 17 ditunjukkan, bahwa hasil pengukuran dengan air bersifat asam diperoleh nilai konduktivitas dan suhu sesuai kemampuan sensor, yaitu untuk nilai

konduktivitas dengan nilai 213 dalam bentuk nilai digital 8 bit yang telah diubah dari nilai tegangan pengukuran sensor bernilai 3,72 volt. Untuk nilai suhu yang terdapat dalam air sekitar 26°C, dimana hasil dari pengukuran sensor konduktivitas tersebut dipengaruhi nilai suhu yang terdapat dalam air, maka kenaikan nilai konduktivitas bersamaan dengan kenaikan nilai suhu.

Nilai konduktivitas dan suhu sejumlah contoh air

Hasil pengukuran terhadap sejumlah contoh air untuk perolehan nilai konduktivitas dan suhu ditunjukkan, bahwa sejumlah air yang dideteksi mengalami perubahan nilai, apabila nilai konduktivitas tinggi disertai dengan kenaikan nilai suhu. Hasil pengukuran terhadap sejumlah contoh air, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengukuran terhadap sejumlah contoh air

Contoh Air untuk Pengukuran	Nilai Konduktivitas	Nilai Suhu (°C)
Air mineral	187	23
Air mineral yang dipanaskan	199	62
Air dari perusahaan air minum	195	22
Air hujan	189	21
Air bersifat asam	213	26

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka ditarik simpulan sesuai dengan tujuan penelitian.

1) Pabrikasi sistem pendeteksian awal kualitas air berupa pembuatan rangkaian skematis berbantuan program aplikasi *EAGLE* untuk pembentukan jalur antar komponen, agar *pin* pada *board* diketahui penggunaannya, baik *board* pada transduser atau *board* mikrokontroler. Pembuatan *board* melalui tahapan penyetricaan, pelarutan, pengeboran *board*, dan diakhiri dengan pemasangan komponen. *Board* untuk mikrokontroler ATmega32 menyediakan 5 (lima) pasang *pin* untuk konektor catu daya 5 volt *dc*, sensor, LCD 2x16, *downloader*, dan keluaran. Lima pasang *pin* tersebut merupakan masukan dan keluaran yang berasal dari *pin-pin* pada mikrokontroler ATmega32. Terdapat satu catu daya untuk keperluan mikrokontroler maupun komponen pendukung lain, yaitu catu daya dengan sistem tegangan 12 volt *ac* dengan arus 2 ampere. Hasil pengukuran terhadap catu daya 5 volt *dc* dari *regulator* diketahui, bahwa tegangan keluaran tanpa beban pada nilai rata-rata 4,9 volt *dc*, sedangkan tegangan keluaran dengan beban pada nilai rata-rata 4,8 volt *dc*. Pemrograman mikrokontroler ATmega32 untuk pengoperasian sistem, dilakukan penanaman program berbasis bahasa *BasCom* melalui delapan tahapan, yaitu: (i) konfigurasi *pin*, (ii) deklarasi variabel (peubah), (iii) deklarasi konstanta (tetapan), (iv) inisialisasi,

(v) program utama, (vi) tampilan: konduktivitas (*line-1*) dan suhu-tegangan (*line-2*), (vii) ambil dan kirim data, dan (viii) keluaran.

2) Pengukuran terhadap kinerja sistem ditunjukkan, bahwa pemilihan material untuk bahan elektrode sangat penting, agar tidak mudah korosi saat pengukuran dan tetap akurat, tidak berubah-ubah. Sistem pendeteksian awal kualitas air telah dapat menunjukkan nilai konduktivitas dan suhu dari beberapa contoh air sesuai kemampuan sensor. Nilai konduktivitas diatas nilai 200 atau setara dengan nilai tegangan 3,489 volt mengindikasikan, bahwa pendeteksian awal terhadap contoh air tersebut perlu dilakukan pengujian lanjutan di Laboratorium Kimia Fisik Kualitas Air. Disamping hal itu, bahwa pengukuran nilai konduktivitas dapat dikatakan dapat layak, apabila nilai suhu pada kisaran 10-25°C sesuai *ISO standard* 7888:1985. Hasil pengukuran terhadap beberapa contoh air, maka pengukuran terhadap contoh air mineral yang dipanaskan tidak dapat mewakili untuk suatu mekanisme pendeteksian awal nilai konduktivitas air, walau nilai konduktivitasnya masih pada kisaran yang memenuhi syarat.

Saran

Untuk melengkapi simpulan, perlu pengembangan lanjutan untuk pemilihan berbagai tipe bahan sensor konduktivitas melalui pabrikasi sendiri. Struktur sensor

konduktivitas yang mampu dipabrikasi harus dilakukan kalibrasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pimpinan FT UIKA Bogor atas segala fasilitas yang telah diberikan, juga kepada Pimpinan Program Studi Teknik Elektro atas kesediaan pemrosesan keikutsertaan pada penerbitan makalah ini sebagai kegiatan keilmiah di Semnastek 2016 FT-UMJ.

DAFTAR PUSTAKA

- Aono, Kenji. 2011. *Application Note: PCB Design with EAGLE* (pp. 1-33, ECE480 Design Team 5). Michigan: Department of Electrical & Computer Engineering, Michigan State University.
- Bates, Martin. 2011. *PIC Microcontrollers: An Introduction to Microelectronics* (pp. 17-24). Oxford: Elsevier Ltd.
- Bishop, Owen. 2003. *Understand Electronics* (pp. 114-130). Oxford: Newnes.
- Boylestad, Robert L., Louis Nashelsky. 2013. *Electronic Devices and Circuit Theory*, Eleventh Edition. New York: Pearson Education, Inc.
- Clarke, Tom. 2008. *The EAGLE Schematic & PCB Layout Editor - A Guide* (pp. 1-17) in Course Material, Department of Electrical & Electronic Engineering. London: Imperial Collage London.
- Effendi, Ruslan, Arief Goeritno, dan Rakhmad Yatim. 2015. Prototipe Sistem Pendeteksi Awal Pencemaran Air Berbantuan Sensor Konduktivitas dan Suhu Berbasis Mikrokontroler, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan (SNITT) 2015* (Kelompok F, hal. 29-34), Sekolah Vokasi (SV) Universitas Gadjah Mada (UGM), 14 November 2015.
- Faustine, A., A.N. Mvuma, H.J. Mongi, M.C. Gabriel, A.J. Tenge, and S.B. Kucel. 2014. Wireless Sensor Networks for Water Quality Monitoring and Control within Lake Victoria Basin: Prototype Development in *Wireless Sensor Network*, 6, 281-290.
- Fondriest Environment Inc. 2016. *Conductivity, Salinity & Total Dissolved Solids*. (online). (<http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/conductivity-salinity-tds/> diakses 30 Januari 2016)
- Gray, James R. 2004. Conductivity Analyzers and Their Application in *Environmental Instrumentation and Analysis Handbook* (ed.: Down, R.D and Lehr, J.H.), pp. 491–510. New Jersey: Wiley.
- Hach Company. 2015. *Conductivity of Water Based on ISO standard 7888:1985 (DOC316.52.93084)*. Loveland: Hach Lange GmbH.
- Jain, Deepesh Kumar, Arun Parakh, H.K. Verma. 2014. Microcontroller-Based System For Water Quality Monitoring Using Electronic Sensors in *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Energy* April-2014, 3 (4), pp. 122-125.
- Mathivanan, N. 2006. *Microprocessor, PC Hardware, and Interfacing* (pp. 212-240). New Delhi: Prentice-Hall of India.
- Mazidi, Muhammad Ali, Sarmad Naimi, Sepehr Naimi, 2011. *The AVR Microcontroller and Embedded Systems: Using Assembly and C* (pp. 40-43). New Jersey: Prentice Hall.
- Miller, R. L., W.L. Bradford, N.E. Peters. 1988. Specific Conductance: Theoretical Considerations and Application to Analytical Quality Control in *U.S. Geological Survey Water-Supply Paper*. (online) (<http://pubs.usgs.gov/wsp/2311/report.pdf> diakses 30 Januari 2016).
- Postolache, O., D. Richebon, J.M.D. Pereira, P. Girão. 2010. Microcontroller based multi-sensing system for water quality assessment in *17th Symposium IMEKO TC 4, 3rd Symposium IMEKO TC 19 and 15th IWADC Workshop Instrumentation for the ICT Era*, Sept. 8-10, 2010, Kosice, Slovakia, pp. 47-52.
- Proteus2000. 1998. *Proteus 2000 Operations Manual* (pp. 131-164). Scotts Valley: E-MU Systems, Inc.
- The MCS Electronics Team. 2008. *BASCOM-AVR User Manual Introduction* (pp. 222-252). Richmond: MCS Electronics.