

RANCANG BANGUN MODEL PERANGKAT AKUISISI DATA PORTABEL BERBASIS MIKROPENGENDALI ATMEGA8L

Arief Hendra Saptadi¹⁾, Paulus Insap Santosa²⁾, Bambang Sutopo³⁾

Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM Yogyakarta 55281

email : ariefhendras@gmail.com¹⁾, insap@jteti.gadjahmada.edu²⁾, bsutopo1910@yahoo.com³⁾

Abstrak

Pengambilan data digital dari sebuah proses pengukuran membutuhkan suatu perangkat akuisisi data. Pencatat data (*data logger*) berbasis mikropengendali merupakan pilihan populer untuk aplikasi sederhana. Meski demikian perangkat tersebut pada umumnya tidak dapat diprogram ulang, memiliki arsitektur yang tertutup dan cenderung hanya berjalan pada sistem operasi tertentu sehingga menyulitkan pengembangannya maupun pengintegrasian ke sistem yang sudah ada. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun suatu model perangkat akuisisi data berbasis mikropengendali ATmega8L. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa galat pengukuran suhu dan kelembaban ruangan, masing-masing adalah sebesar 7% ($\pm 2^\circ\text{C}$) dan (10%). Galat, khususnya untuk kelembaban (maksimal $\pm 5\%$) masih cukup tinggi. Perekaman data ke dalam EEPROM telah berhasil dilakukan tanpa kesalahan, baik untuk nilai maupun alamat memori. Komunikasi serial (USART) antara perangkat dengan PC, di Windows maupun Ubuntu telah dapat berjalan dengan baik. Bila menggunakan baterai, perangkat dapat beroperasi hingga 4 jam 40 menit. Perangkat juga telah dapat diprogram ulang melalui konektor ISP (*In-System Programming*). Diharapkan pada pengembangan selanjutnya dimensi fisik alat bisa diperkecil melalui optimasi tata letak komponen pada rangkaian atau penggunaan komponen *surface mount*, konsumsi daya diminimalkan menggunakan fasilitas *Sleep* pada mikropengendali dan akurasi pengukuran ditingkatkan dengan mengatur kembali pemasangan sensor.

Kata kunci :

Akuisisi Data, Portabel, Mikropengendali, ATmega8L

1. Pendahuluan

Proses pengukuran parameter fisik dan perekaman hasilnya membutuhkan suatu sistem akuisisi data. Dalam prakteknya terdapat dua jenis sistem untuk akuisisi data, yaitu sistem berbasis PC (*PC-based system*) dan sistem sematan (*embedded system*).

Sistem berbasis PC memiliki keunggulan dalam hal dukungan perangkat keras dan perangkat lunak yang sangat lengkap dan kemudahan dalam memperolehnya serta teknologi yang lebih matang. Namun demikian

sistem ini tidak cocok untuk pengukuran di luar ruangan dan bukan merupakan solusi yang praktis untuk pengukuran yang berpindah-pindah [1].

Solusi dengan sistem sematan adalah berupa perangkat pencatat data (*data logger*) yang ditenagai oleh prosesor dengan beberapa jenis pilihan, yaitu mikropengendali (*microcontroller*), *Field Programmable Gate Array* (FPGA), *Digital Signal Processor* (DSP), atau *Single Board Computer* (SBC) [1]. Meski tidak mendukung tugas ganda (*multitasking*) dan memiliki sumber daya yang terbatas, perangkat akuisisi data menggunakan mikropengendali saat ini merupakan pilihan populer untuk aplikasi sederhana, karena berbiaya rendah, dimensi fisik keseluruhan yang kecil, konsumsi daya rendah, dan portabel.

Perangkat pencatat data yang tersedia saat ini untuk sistem akuisisi data banyak tersedia dengan beragam spesifikasi, fitur (termasuk perangkat lunak bawaan) dan harga serta bersifat portabel. Kendatipun demikian perangkat-perangkat tersebut memiliki keterbatasan, dalam hal pemrograman ulang pada perangkat yang tidak dapat dilakukan, arsitektur perangkat yang bersifat tertutup dan kecenderungan untuk berjalan hanya pada platform sistem operasi tertentu. Hal-hal inilah yang menjadi penghambat dalam pengembangan yang dilakukan oleh pengguna terhadap perangkat tersebut maupun kesulitan dalam mengintegrasikannya terhadap sistem akuisisi data yang sudah dimiliki.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah model perangkat akuisisi data portabel berbasis mikropengendali ATMEGA8L. Beberapa batasan yang diterapkan pada penelitian ini:

1. Model perangkat hanya digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban ruangan.
2. Penyimpanan data suhu dan kelembaban dibatasi masing-masing sebanyak 10 kali setiap saat dan dapat dilakukan berulang-ulang namun hasil pengukuran yang terbaru akan menimpa (*overwrite*) hasil pengukuran sebelumnya.
3. Jenis komunikasi yang dipilih untuk berhubungan dengan sistem luar (yaitu berupa sebuah PC) adalah komunikasi serial (USART) pada platform Windows dan Linux (Ubuntu).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak dan pengujian dengan menggunakan alat ukur atau instrumen pembanding.

Pengembangan perangkat akuisisi data portabel, khususnya untuk memonitor dan mengendalikan suatu

proses, sebenarnya sudah dilakukan oleh Dostalek dkk [6], namun perangkat tersebut harus terhubung dengan PC untuk dapat beroperasi. Sistem akuisisi data berbasis mikropengendali untuk memantau kondisi cuaca telah dikembangkan oleh Rosiek dan Batlles [10]. Sistem ini menggunakan pencatat kondisi cuaca (*meteologger*) yang terhubung dengan modem GSM/GPRS. Meski demikian perangkat pencatat tersebut harus berkedudukan tetap, karena terhubung dengan berbagai perangkat sensor yang terpisah-pisah.

Kontribusi yang diharapkan dari penelitian ini adalah munculnya suatu model perangkat akuisisi data dengan karakteristik:

1. Dapat diprogram ulang secara keseluruhan. Memiliki arsitektur yang terbuka
2. Mampu mengukur dan menyimpan hasilnya ke dalam memori (EEPROM)
3. Bersifat portabel
4. Memiliki fasilitas komunikasi terhadap sistem lain dengan platform yang berbeda-beda.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Sistem Akuisisi Data

Akuisisi data adalah proses membawa sinyal dunia riil, seperti tegangan, ke komputer untuk pemrosesan, analisa, penyimpanan atau manipulasi data lainnya. Pada umumnya, sistem akuisisi data digunakan untuk memonitor secara elektronis atau mengumpulkan data dari lingkungan fisik luar [1].

Sebagai bagian dari sistem akuisisi data, perangkat pencatat data (*data logger*), berfungsi untuk mengambil data dari hasil pengukuran yang dilakukan oleh sensor atau *transducer*, menyimpannya, menampilkannya dan mengirimkannya ke bagian lain dari sistem akuisisi data melalui suatu sistem komunikasi. Penggunaan PC sebagai bagian dari sistem akuisisi data didasarkan pada kemampuannya dalam menangani data bervolume besar dengan kecepatan pemrosesan yang tinggi [9].

Namun acapkali terjadi bahwa lokasi pengukuran yang sulit dijangkau atau proses pengukuran yang berpindah-pindah, menyebabkan sistem akuisisi data berbasis PC menjadi solusi yang tidak praktis [6]. Pada kasus-kasus demikian inilah, perangkat akuisisi data yang portabel menjadi sebuah solusi. Beberapa persyaratan dasar yang seharusnya dipenuhi untuk sebuah sistem akuisisi data portabel adalah [7]:

1. Pertimbangan Lingkungan
2. Akurasi dan Kecepatan Pencuplikan (*Sampling*)
3. Catu Daya
4. Sensor dan Pengondisi Sinyal
5. Fitur-Fitur Tambahan untuk Sistem Jarak Jauh (*Remote System*)

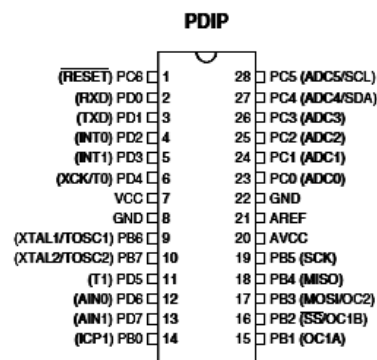
Suatu contoh aplikasi dari sistem akuisisi data portabel ini adalah dalam pemantauan suhu tanaman pangan dan status pengairan [8]. Pada sistem ini, perangkat akuisisi data menggunakan mikropengendali

PIC16F88 dilengkapi empat jenis sensor, dengan total biaya keseluruhan yang dibutuhkan di bawah 100 dolar.

2.2. Mikropengendali ATMEGA8L

Mikropengendali sebenarnya adalah sebuah mikrokomputer yang memasukkan sebagian besar perangkat dan memori yang diperlukan di dalam sebuah rangkaian terintegrasi tunggal bersama dengan CPU (*Central Processing Unit*) [5]. Dengan kata lain, mikropengendali adalah sebuah "mikrokomputer dalam sebuah *chip*".

Penggunaan mikropengendali dalam dunia elektronik sebenarnya sudah lebih dari tiga dekade, diawali dengan mikropengendali seri 8051 dari Intel. Dewasa ini mikropengendali seri AVR dari ATMEGA banyak digunakan karena cepat dengan jumlah instruksi yang sudah dikurangi atau RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), berharga rendah, dapat diprogram secara langsung melalui rangkaian (*in-circuit programmable*) dan perangkat lunak pengembangannya dapat diperoleh secara gratis.



Gambar 1. Bentuk Fisik Mikropengendali ATmega8L

AVR tersedia dalam berbagai famili. Salah satunya adalah megaAVR 8-bit. Pada penelitian ini digunakan varian ATmega8L dengan fitur-fitur antara lain [3]:

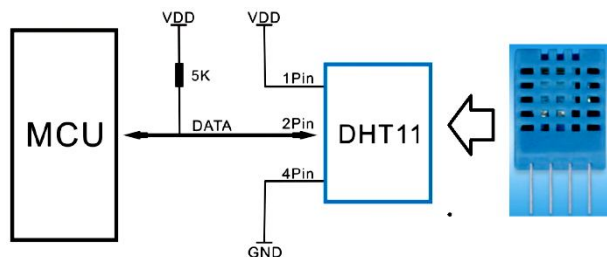
1. Memori Flash 8 KB
2. EEPROM berkapasitas 512 byte
3. SRAM berkapasitas 1 KB
4. Mendukung *In-System Programming*
5. Komunikasi Serial USART
6. 23 Port Input/Output yang dapat diprogram
7. Tegangan operasi: 2,7– 5,5 V
8. Frekuensi operasi: 0 – 8 MHz
9. Konsumsi daya rendah

Sedangkan jenis kemasan mikropengendali yang digunakan untuk model perangkat akuisisi data ini adalah PDIP 28 pin (Gambar 1).

2.3. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11

DHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban produksi Aosong Electronics yang terdiri dari komponen pengindera kelembaban, perangkat pengukur suhu NTC (*Negative Temperature Coefficient*) dan sebuah

mikropengendali 8-bit [2]. Sensor ini menggunakan jenis komunikasi 1-wire dengan rentang pengukuran suhu 0 – 50°C dan pengukuran kelembaban 20 – 90%. DHT11 memiliki empat pin, dengan pin pertama (dari kiri) untuk VCC, pin kedua untuk Data dihubungkan dengan mikropengendali, pin ketiga tidak dipergunakan dan pin terakhir terhubung ke pentanahan (Gambar 2).



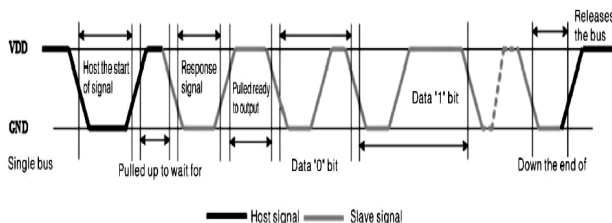
Gambar 2. DHT11 dan Koneksi ke Mikropengendali

Format data yang diterima oleh MCU adalah 40-bit dengan susunan: 8-bit data integer kelembaban + 8 bit data desimal kelembaban + 8-bit data integer suhu + 8 bit data desimal suhu + 8-bit paritas. Kedelapan bit paritas tersebut berisi 8 bit terakhir yang masing-masing diambil dari empat byte data terdahulu.

Proses komunikasi yang terjadi antara DHT11 dengan mikropengendali adalah sebagai berikut:

1. Mikropengendali mengirimkan sinyal *low* selama minimal 18 ms.
2. Setelah mikropengendali mengirimkan sinyal *high*, DHT11 akan merespon dengan mengirimkan sinyal *low* selama 80 μ s dan sinyal *high* selama 80 μ s untuk menandakan bahwa perangkat sensor sudah siap.
3. Data selanjutnya dikirimkan ke mikropengendali. Bit "0" ditandakan oleh sinyal *low* selama 50 μ s dan sinyal *high* 26 – 28 μ s. Bit "1" ditandakan oleh sinyal *low* 50 μ s dan sinyal *high* selama 70 μ s.
4. Bila bit data terakhir sudah dikirimkan, DHT11 mengirimkan sinyal *low* selama 50 μ s. Untuk mengirimkan data kembali, DHT11 akan menunggu lagi sinyal *low* dari mikropengendali demikian seterusnya.

Proses komunikasi secara keseluruhan digambarkan lewat diagram pewaktuan (Gambar 3).



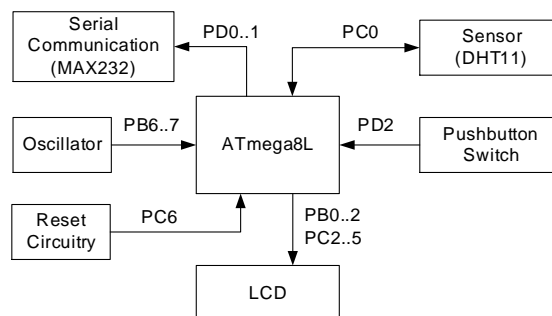
Gambar 3. Diagram Pewaktuan Komunikasi Data pada DHT11

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembuatan perangkat akuisisi data portabel ini adalah meliputi:

3.1. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Sistem mikropengendali dalam perangkat akuisisi data dirancang dengan susunan seperti dalam gambar 4.



Gambar 4. Blok Diagram Sistem Mikropengendali

Dengan bagian-bagian penyusun sistem berupa:

1. Mikropengendali ATMEL ATmega8L
 Mikropengendali jenis ini dipilih dengan pertimbangan sebagai berikut:
 - a. Memiliki memori *flash* sebesar 8KB yang sudah mencukupi untuk menampung program yang dijalankan termasuk kemungkinan pengembangan di masa mendatang, SRAM sebesar 1 KB untuk pemrosesan dan 512 B EEPROM untuk menyimpan data [3].
 - b. Berdimensi relatif kecil, kemasan DIP dengan 28 pin [3], namun berfitur relatif sama dengan mikropengendali yang memiliki jumlah pin lebih banyak, memungkinkan dimensi alat secara keseluruhan menjadi lebih ringkas dan padat, sehingga mendukung portabilitas perangkat.
 - c. Termasuk ke dalam mikropengendali dengan konsumsi daya rendah (seri L atau *Low Power*), [3] terkait dengan catuan untuk perangkat akuisisi data yang berupa baterai.
2. Sensor DHT11
 Sensor ini dapat mengukur suhu dan kelembaban udara secara simultan dengan keluaran dalam bentuk digital sehingga proses ADC tidak lagi diperlukan [2]. Jenis komunikasi yang digunakan terhadap mikropengendali adalah 1-wire pada port C pin 0.
3. MAX 232
 MAX232 digunakan untuk mengubah level tegangan TTL/CMOS ke level RS232. Komponen ini terhubung ke mikropengendali pada port D pin 0 dan 1.
4. LCD
 LCD karakter 8x2 digunakan sebagai penampil data hasil pengukuran. Bagian kontrol (RS, R/W, E) dari LCD dihubungkan ke port B pin 0 hingga 2, adapun bagian data 4 bit (D4, D5, D6, D7) terhubung ke port C pin 2 hingga 5.
5. Saklar Tekan (*Pushbutton Switch*)

Saklar yang dihubungkan ke port D pin 2 di mikropengendali ini digunakan untuk menayangkan data di LCD dan merekam data ke EEPROM.

6. Rangkaian Reset

Rangkaian ini terhubung ke port C pin 6 pada mikropengendali dan berfungsi untuk mengembalikan mikropengendali ke kondisi awal.

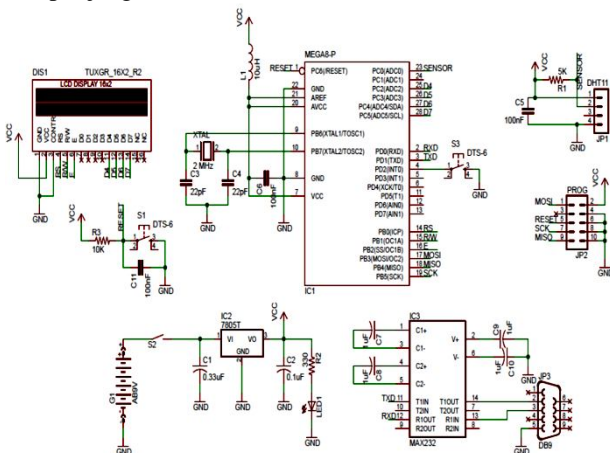
7. Osilator

Osilator kristal 2 MHz digunakan untuk memberikan pulsa detakan ke mikropengendali melalui port B pin 6 dan 7.

Tabel 1. Penggunaan Pin pada Mikropengendali ATmega8L

| Pin # | Port | Fungsi/Koneksi |
|-------|-------------------|----------------------------------|
| 1 | PC6 (RESET) | Rangkaian Reset |
| 2 | PD0 (RXD) | R1OUT pada MAX232 |
| 3 | PD1 (TXD) | T1IN pada MAX232 |
| 4 | PD2 | Saklar Tekan (Pushbutton Switch) |
| 7 | VCC | Tegangan Sumber |
| 8 | GND | Ground |
| 9 | PB6 (XTAL1/TOSC1) | Osilator Kristal 2 MHz |
| 10 | PB7 (XTAL1/TOSC1) | |
| 14 | PB0 (ICP1) | RS pada LCD |
| 15 | PB1 (OC1A) | R/W pada LCD |
| 16 | PB2 (SS/OC1B) | E pada LCD |
| 20 | AVCC | Induktor 10 uH dan VCC |
| 21 | AREF | |
| 22 | GND | Ground |
| 23 | PC0 (ADC0) | DHT11 |
| 25 | PC2 (ADC2) | D4 pada LCD |
| 26 | PC3 (ADC3) | D5 pada LCD |
| 27 | PC4 (ADC4) | D6 pada LCD |
| 28 | PC5 (ADC5) | D7 pada LCD |

Penggunaan pin pada mikropengendali beserta fungsi atau koneksinya disebutkan dalam tabel 1. Rangkaian lengkap untuk sistem mikropengendali pada perangkat akuisisi data secara keseluruhan diperlihatkan dalam gambar 5. Dimensi alat (tanpa baterai) adalah 8,4 cm (panjang) x 7,5 cm (lebar).



Gambar 5. Skema Rangkaian Lengkap

Bagian-bagian dari purwarupa perangkat sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 6 adalah:

1. Konektor DC
2. LCD 8 x 2 karakter
3. Pengatur Tegangan LM7805CT
4. Konektor DB9 female
5. Konektor ISP (In System Programming)
6. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11
7. Mikropengendali ATMEL ATmega8L
8. Pengendali Komunikasi Serial MAX232
9. Saklar On/Off
10. Tiga buah saklar tekan
11. Klip baterai 9V

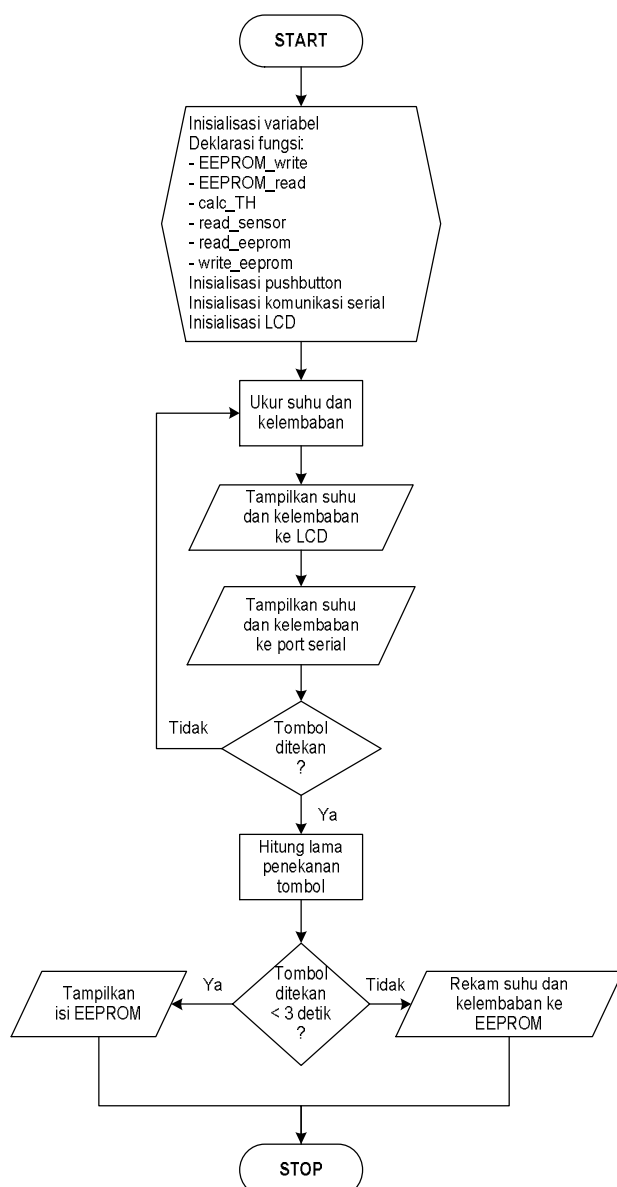


Gambar 6. Purwarupa Perangkat Akuisisi Data Portabel

3.2. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pengembangan aplikasi akuisisi data untuk sistem mikropengendali ATMEL ATmega8L dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman C (standar ANSI) melalui perangkat lunak CodeVision AVR versi 2.05. Aplikasi ini dipilih karena menghasilkan kode yang presisi, ukuran program yang kecil dan terdapat fasilitas penghasil kode secara otomatis yang disebut CodeWizardAVR [4]. Proses mengunduh program ke mikropengendali dilakukan melalui aplikasi downloader eXtremeBurner AVR versi 1.1. Proses pengembangan sepenuhnya dijalankan di lingkungan Windows 7 Service Pack 1 (32 bit).

Alur program akuisisi data adalah sebagaimana dalam gambar 7. Tahapan yang terjadi dalam proses akuisisi data tersebut adalah seperti berikut ini:



Gambar 7. Alur Program Akuisi Data

1. Inisialisasi

Pada tahap ini mikropengendali melakukan inisialisasi meliputi nilai-nilai awal dari variabel, fungsi dan pengaturan konfigurasi berbagai perangkat.

2. Mengukur Suhu dan Kelembaban

Mikropengendali memanggil rutin read_sensor() untuk membaca nilai suhu dan kelembaban dari DHT11.

3. Menampilkan Suhu dan Kelembaban ke LCD

Suhu dan Kelembaban ditampilkan ke LCD, masing-masing dengan format:

- Suhu : T=[nilai_suhu] C
- Kelembaban : H=[nilai_kelembaban] %

4. Menampilkan Suhu dan Kelembaban ke Port Serial

Suhu dan Kelembaban dikirimkan ke port serial, dengan format:

Suhu=[nilai_suhu] Humi=[nilai_kelembaban]

5. Memeriksa apakah terdapat penekanan tombol (di port D pin 2).

Jika tidak ada, maka program berulang kembali ke tahapan no. 2. Namun bilamana tombol ditekan, maka program menuju tahapan berikutnya.

6. Menghitung lama penekanan tombol

Mikropengendali akan memindai tombol dan menaikkan nilai variabel timer setiap 100 milidetik.

7. Memeriksa lama penekanan tombol apakah kurang dari 3 detik

Jika ya, maka program akan menampilkan data suhu dan kelembaban yang disimpan dalam EEPROM ke LCD. Jika tombol ditekan minimal 3 detik, maka program akan melakukan pengukuran suhu dan temperatur kemudian menyimpannya ke dalam EEPROM.

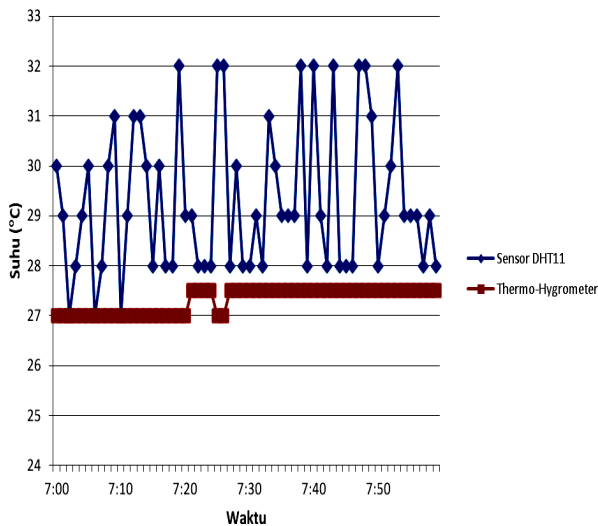
4. Hasil dan Pembahasan

Dari perancangan perangkat yang telah dilakukan, selanjutnya dilaksanakan pengujian dengan hasil-hasil yang diperoleh sebagaimana berikut:

4.1. Pengukuran Suhu dan Kelembaban Ruangan

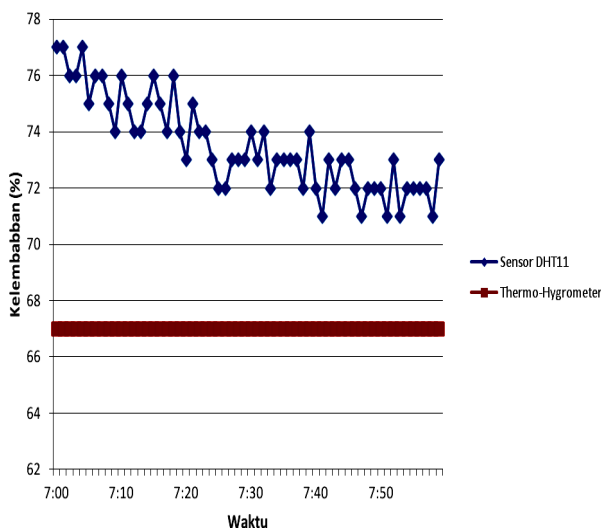
Pengukuran dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui akurasi pengukuran suhu dan kelembaban pada suatu lokasi, dalam hal ini adalah ruangan. Pengujian ini dilakukan di Jetis, Yogyakarta, dengan sample pengukuran yang diambil adalah suhu dan kelembaban ruangan dan dilaksanakan pada tanggal 14 November 2012, pukul 07.00 – 07.59 WIB dengan data suhu dan kelembaban diambil setiap satu menit sekali.

Perangkat akuisisi data dioperasikan tanpa terhubung ke komputer dan data yang dicatat adalah sebagaimana yang tertampil pada layar LCD karakter. Data ini kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran pada perangkat pengukur suhu dan kelembaban (Thermo-Hygrometer) acuan. Adapun hasil dari pengukuran suhu dan perbandingan antara pembacaan sensor DHT11 terhadap pengukuran Thermo-Hygrometer adalah sebagaimana ditampilkan dalam gambar 8.



Gambar 8. Hasil Pengukuran Suhu Ruang

Rerata suhu (dari 60 buah data) untuk hasil pembacaan DHT11 adalah sebesar 29,3°C sedangkan pada Thermo-Hygrometer sebesar 27,3°C. Dari hasil pengukuran tersebut, sensor DHT11 memiliki rerata galat sebesar 7% dengan rentang suhu yang tertampil dari 27 – 32°C. Sedangkan perangkat Thermo-Hygrometer menampilkan suhu dengan rentang dari 27 – 27,5°C. Galat sebesar 7% atau $\pm 2^{\circ}\text{C}$ tersebut sudah sesuai dengan spesifikasi akurasi suhu dalam lembar data DHT11 [2]. Hasil dari pengukuran kelembaban dan perbandingan antara pembacaan sensor DHT11 terhadap pengukuran Thermo-Hygrometer adalah sebagaimana diperlihatkan dalam gambar 9.



Gambar 9. Hasil Pengukuran Kelembaban Ruang

Dari 60 kali pengambilan data, sensor DHT11 menghasilkan nilai rerata kelembaban suhu ruangan sebesar 73,5%, adapun Thermo-Hygrometer sebesar 67%. Rentang nilai kelembaban yang terbaca dari sensor DHT11 adalah 71 – 77%, sedangkan Thermo-Hygrometer menghasilkan nilai konstan 67% sepanjang

proses pengukuran. Secara keseluruhan, nilai rerata galat pengukuran dari sensor DHT11 adalah sebesar 10%. Galat pengukuran tersebut melebihi batas maksimal akurasi sebesar $\pm 5\%$. Hal ini antara lain dapat diakibatkan oleh pemasangan sensor secara langsung ke rangkaian, sehingga suhu pada papan turut terukur.

4.2. Komunikasi Serial (ke PC)

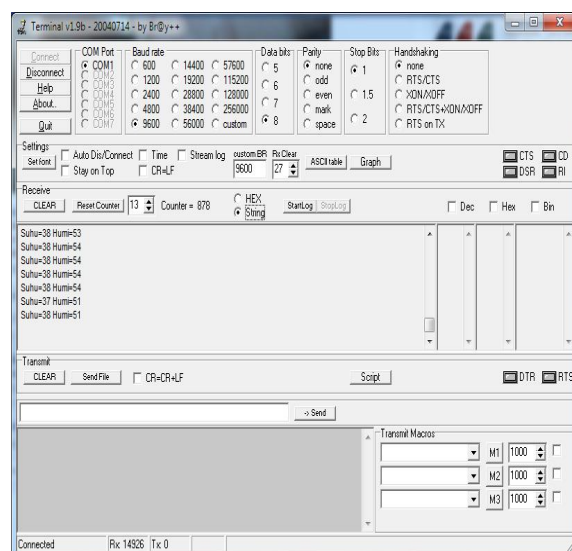
Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui komunikasi data yang terjadi antara mikropengendali dengan PC melalui port serial. Pada percobaan komunikasi serial yang dilakukan, laptop dihubungkan dengan perangkat akuisisi data melalui USB-to-Serial converter (Gambar 10).



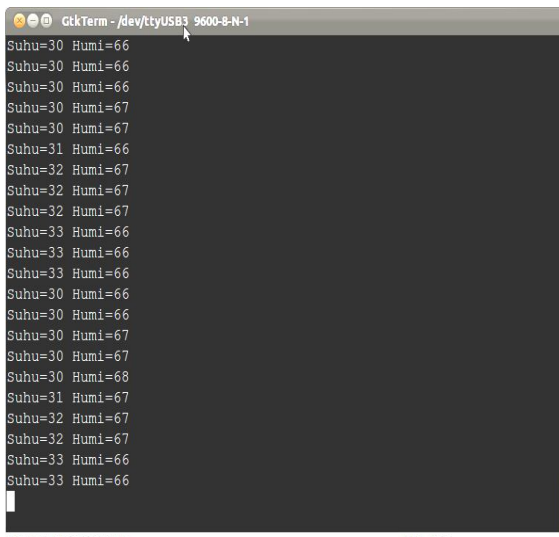
Gambar 10. Konfigurasi Pengujian Komunikasi Serial

Data dari perangkat akuisisi data tersebut kemudian ditampilkan di laptop menggunakan aplikasi Bray's Terminal v.1.9b pada lingkungan Windows 7 SP 1 (32 bit) dan GTKterm v.0.99 RC1 di Ubuntu 11.10 (32 bit). Parameter komunikasi serial yang digunakan adalah mode asinkron, bitrate 9600 bps, 8 bit data, 1 bit stop tanpa bit paritas.

Dari percobaan yang dilakukan, perangkat telah dapat mengirimkan data via komunikasi serial menuju PC. Pada Windows 7, komunikasi serial dilakukan pada port COM1 (Gambar 11), adapun dalam Ubuntu 11.10, perangkat dikenali sebagai /dev/ttyUSB3 (Gambar 12).



Gambar 11. Pengujian Komunikasi Serial di Windows 7 SP 1 (32 bit)



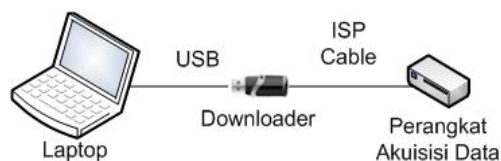
Gambar 12. Pengujian Komunikasi Serial di Ubuntu 11.10 (32 bit)

4.3. Penyimpanan Data di EEPROM

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data suhu dan kelembaban sudah dapat disimpan di dalam EEPROM pada alamat memori yang tepat. Selain itu juga untuk memeriksa apakah data tersebut sesuai dengan tampilan pada LCD karakter.

Sesuai dengan diagram alir pada pembahasan sebelumnya (Gambar 7), perangkat ini melakukan penyimpanan data suhu dan kelembaban – masing-masing sebanyak 10 data – di dalam EEPROM, setiap kali saklar tekan di PD2 ditekan selama lebih dari tiga detik. Data kelembaban disimpan di EEPROM pada alamat memori 0x0000 – 0x0009, sedangkan data suhu pada 0x000A – 0x0013.

Di dalam pengujian ini, laptop dihubungkan dengan perangkat *downloader* pada salah satu port USB. Sedangkan *downloader* tersebut juga terhubung ke perangkat akuisisi data melalui kabel ISP (*In-System Programming*) seperti ditunjukkan dalam gambar 13.



Gambar 13. Konfigurasi Pengujian Penyimpanan Data di EEPROM

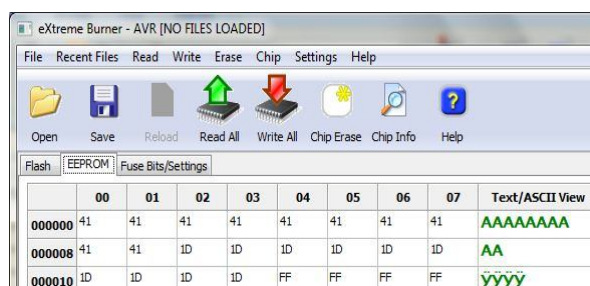
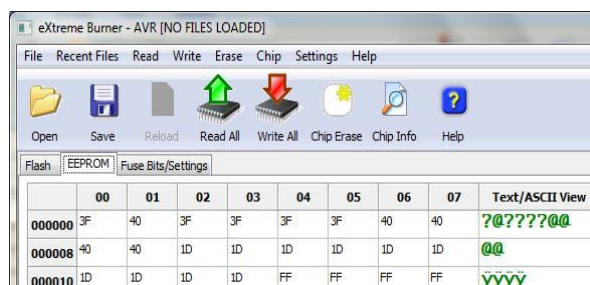
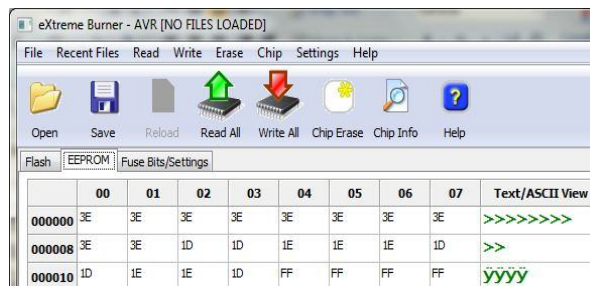
Perangkat lunak yang digunakan untuk membaca data di dalam EEPROM adalah eXtreme Burner AVR v.1.1 yang dioperasikan pada Windows 7 SP 1 (32 bit). Prosedur pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Saklar di PD2 ditekan selama lebih dari tiga detik (untuk merekam data)
2. Data dan alamat memori dibaca melalui aplikasi (eXtreme Burner AVR v.1.1), dengan perintah Read lalu memilih EEPROM, untuk kemudian dicatat.
3. Saklar di PD2 ditekan selama kurang dari tiga detik (untuk menampilkan data ke LCD karakter).

4. Data yang tertampil di LCD kemudian dicatat dan dibandingkan dengan data yang diperoleh pada langkah ke-2.

5. Mengulang kembali langkah 1 – 4 sebanyak dua kali.

Hasil pembacaan alamat memori dan data yang terisi di dalam EEPROM ditampilkan melalui aplikasi eXtreme Burner AVR v. 1.1 (Gambar 14). Dari keseluruhan hasil yang telah diperoleh dapat diketahui bahwa fungsi penyimpanan data ke EEPROM dan penampilan data ke LCD karakter telah berjalan dengan baik (Tabel 2). Data juga telah disimpan ke dalam alamat memori yang tepat di dalam EEPROM.



Gambar 14. Pembacaan Data 1 – 3 di EEPROM

4.4. Lama Waktu Operasi Menggunakan Baterai

Pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui seberapa lama perangkat dapat beroperasi tanpa menggunakan catuan apapun kecuali baterai. Ada pun baterai yang digunakan dalam pengujian ini adalah baterai alkalin 9 V. Parameter yang diukur adalah tegangan catuan dari baterai (Teg. Baterai) dan tegangan masukan menuju sensor DHT11 (Teg. Input DHT11). Ditinjau dari skema rangkaian, nilai tegangan masukan ini berasal dari VCC yang juga berlaku sebagai tegangan masukan untuk komponen lainnya (tidak hanya pada DHT 11). Pengujian ini dilakukan pada ruangan tertutup

dengan suhu 25 – 28°C, kelembaban udara 55 – 60% dan backlight pada LCD dimatikan.

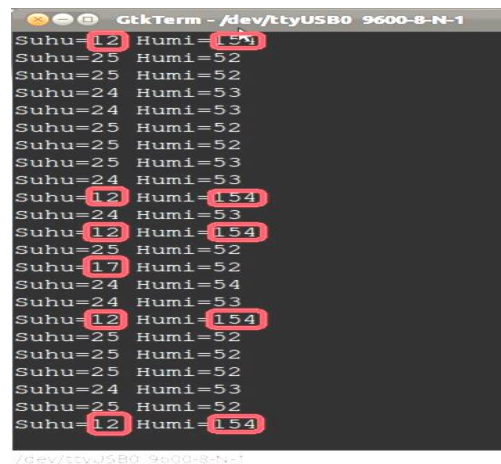
Tabel 2. Hasil Uji Perakaman dan Penampilan Data

| Pengambilan Data ke- | Data ke- | Data | | | | | | | |
|----------------------|----------|------------------|----------------|-------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| | | Tertampil di LCD | | Terekam di EEPROM | | | | | |
| | | Suhu (°C) | Kelembaban (%) | Suhu (°C) | | Alamat | Kelembaban (%) | | Alamat |
| | | | | HEX | DEC | | HEX | DEC | |
| 1 | 0 | 29 | 62 | 1D | 29 | 0x000A | 3E | 62 | 0x0000 |
| | 1 | 29 | 62 | 1D | 29 | 0x000B | 3E | 62 | 0x0001 |
| | 2 | 30 | 62 | 1E | 30 | 0x000C | 3E | 62 | 0x0002 |
| | 3 | 30 | 62 | 1E | 30 | 0x000D | 3E | 62 | 0x0003 |
| | 4 | 30 | 62 | 1E | 30 | 0x000E | 3E | 62 | 0x0004 |
| | 5 | 29 | 62 | 1D | 29 | 0x000F | 3E | 62 | 0x0005 |
| | 6 | 29 | 62 | 1D | 29 | 0x0010 | 3E | 62 | 0x0006 |
| | 7 | 30 | 62 | 1E | 30 | 0x0011 | 3E | 62 | 0x0007 |
| | 8 | 30 | 62 | 1E | 30 | 0x0012 | 3E | 62 | 0x0008 |
| 2 | 0 | 29 | 63 | 1D | 29 | 0x000A | 3F | 63 | 0x0000 |
| | 1 | 29 | 64 | 1D | 29 | 0x000B | 40 | 64 | 0x0001 |
| | 2 | 29 | 63 | 1D | 29 | 0x000C | 3F | 63 | 0x0002 |
| | 3 | 29 | 63 | 1D | 29 | 0x000D | 3F | 63 | 0x0003 |
| | 4 | 29 | 63 | 1D | 29 | 0x000E | 3F | 63 | 0x0004 |
| | 5 | 29 | 63 | 1D | 29 | 0x000F | 3F | 63 | 0x0005 |
| | 6 | 29 | 64 | 1D | 29 | 0x0010 | 40 | 64 | 0x0006 |
| | 7 | 29 | 64 | 1D | 29 | 0x0011 | 40 | 64 | 0x0007 |
| | 8 | 29 | 64 | 1D | 29 | 0x0012 | 40 | 64 | 0x0008 |
| 3 | 0 | 29 | 65 | 1D | 29 | 0x000A | 41 | 65 | 0x0000 |
| | 1 | 29 | 65 | 1D | 29 | 0x000B | 41 | 65 | 0x0001 |
| | 2 | 29 | 65 | 1D | 29 | 0x000C | 41 | 65 | 0x0002 |
| | 3 | 29 | 65 | 1D | 29 | 0x000D | 41 | 65 | 0x0003 |
| | 4 | 29 | 65 | 1D | 29 | 0x000E | 41 | 65 | 0x0004 |
| | 5 | 29 | 65 | 1D | 29 | 0x000F | 41 | 65 | 0x0005 |
| | 6 | 29 | 65 | 1D | 29 | 0x0010 | 41 | 65 | 0x0006 |
| | 7 | 29 | 65 | 1D | 29 | 0x0011 | 41 | 65 | 0x0007 |
| | 8 | 29 | 65 | 1D | 29 | 0x0012 | 41 | 65 | 0x0008 |
| 9 | 29 | 65 | 1D | 29 | 0x0013 | 41 | 65 | 0x0009 | |

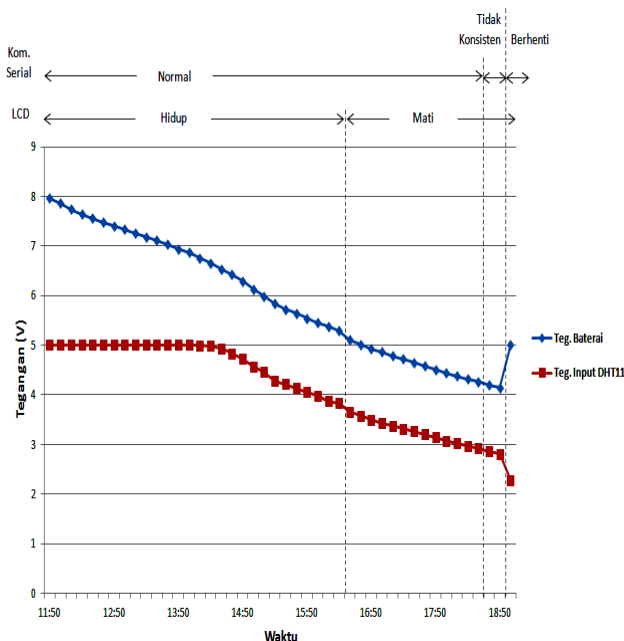
pada umumnya membutuhkan tegangan masukan minimal sebesar 4,2 V.

Ketidakkonsistenan data yang terjadi dalam komunikasi serial adalah berupa tampilnya nilai-nilai acak pada data suhu dan/atau kelembaban udara sebagaimana diperlihatkan dalam gambar 16. Kejadian ini disebabkan oleh sensor DHT11 yang tidak berfungsi optimal, karena membutuhkan tegangan masukan minimal 3 V [2], sedangkan nilai tegangan masukan yang terukur pada saat itu adalah 2,86 V. Komunikasi serial berhenti dijalankan oleh mikropengendali pada saat nilai tegangan masukan turun menjadi 2,28 V, jauh di bawah persyaratan minimal sebesar 2,7 V [3] agar mikropengendali ATmega8L dapat beroperasi.

Pada pengukuran tersebut, diperoleh hasil bahwa perangkat secara keseluruhan bekerja dengan baik untuk rentang waktu 4 jam 40 menit (hingga LCD mati). Sedangkan komunikasi serial masih tetap dapat berjalan normal hingga 2 jam 10 menit sesudahnya.



Gambar 16. Ketidakkonsistenan Data pada Komunikasi Serial



Gambar 15. Hasil Pengukuran Tegangan Baterai dan Tegangan Input DHT11

Pada saat LCD mati, pengukuran tegangan masukan DHT11 menunjukkan nilai 3,66 V (Gambar 15). Sesuai dengan informasi dari lembar data, LCD karakter yang dioperasikan pada suhu kamar (25°C)

4.5. Pemrograman Ulang

Kemampuan perangkat untuk diprogram ulang, diuji dengan melakukan pemrograman dan pengunduhan ke sistem mikropengendali ATmega8L. Dalam pengujian ini, kode program dikompilasi melalui CodeVision AVR dan diunduh ke mikropengendali dengan eXtremeBurner AVR. Konfigurasi perangkat pada pengujian ini adalah serupa dengan uji penyimpanan data di EEPROM (Gambar 13). Pada percobaan yang telah dilakukan, perangkat telah dapat menampilkan tulisan “Uji Pemrograman” di LCD dengan baik (Gambar 17), sesuai kode program berikut:

```
#include <mega8.h>
#include <alcd.h>
void main(void)
{
    lcd_init(8);
    lcd_clear();
    lcd_puts("Uji Pem-");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_puts("rograman");
    for(;;);
}
```




Gambar 17. Tampilan Hasil Uji Pemrograman Ulang

5. Kesimpulan dan Saran

Dari pengujian perangkat yang sudah dilaksanakan dan dengan mengaji hasil-hasil yang diperoleh, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengukuran suhu memiliki rerata galat sebesar 7% ($\pm 2^\circ\text{C}$) sedangkan pengukuran kelembaban memiliki rerata galat 10%. Nilai-nilai galat tersebut masih cukup tinggi, terlebih untuk rerata galat kelembaban yang sudah di atas nilai ambang yaitu $\pm 5\%$. Rentang hasil pengukuran, baik untuk suhu dan kelembaban, masih menunjukkan bahwa kinerja perangkat belum stabil.
2. Perangkat sudah dapat terhubung dengan sistem luar melalui komunikasi serial, baik di lingkungan Windows maupun Linux (Ubuntu).
3. Fungsi penyimpanan data di EEPROM, baik nilai data maupun alamat memori yang diakses, telah berjalan dengan baik.
4. Dengan catuan baterai, perangkat dapat beroperasi maksimal 4 jam 40 menit secara terus-menerus, dalam kondisi suhu ruang (25°C) dan fitur *backlight* pada penampil LCD dimatikan.
5. Perangkat telah dapat diprogram ulang secara keseluruhan, memanfaatkan koneksi ISP yang telah tersedia.

Sedangkan usulan solusi untuk permasalahan yang terjadi dan kemungkinan pengembangan perangkat di masa depan adalah sebagaimana tertuang dalam saran-saran berikut ini:

1. Hasil pengukuran dapat dicoba diperbaiki dengan membenahi kembali pemasangan sensor DHT11 pada rangkaian. Sensor tersebut tidak dihubungkan langsung ke papan rangkaian (untuk menghindari terukurnya suhu papan), melainkan dengan melalui sebuah kabel yang dihubungkan ke konektor pada papan.
2. Perangkat dapat dikembangkan lagi dengan mengubah tata letak komponen pada papan atau menggunakan komponen *surface mount* sehingga dimensi alat bisa diperkecil.
3. Waktu operasi perangkat dengan catuan baterai dapat diperpanjang dengan memanfaatkan instruksi *sleep* untuk menghemat daya.

Daftar Pustaka

- [1] Ahmad, R. B., Mamat, W. M. A., 2010, *Portable Embedded Sensing System using 32 Bit Single Board Computer*. Data Acquisition, Sciyo, Rijeka, Croatia
- [2] Aosong, *Temperature and Humidity Module, DHT11 Product Manual*, Retrieved December 4, 2012, from http://aosong.com/asp_bin/Products/en/DHT11.pdf
- [3] Atmel Corporation, *8-bit AVR with 8Kbytes In-System Programmable Flash: ATmega8(L)*, Retrieved June 6, 2012, from <http://www.atmel.com/images/doc2486.pdf>
- [4] Atmel Corporation, *AVR033: Getting Started with the CodeVisionAVR C Compiler*, Retrieved December 5, 2012, from <http://www.atmel.com/images/doc2500.pdf>
- [5] Barnett, R. H., O'cull, L., Cox, S., Cox, S. A., 2007, *Embedded C programming and the Atmel AVR*. Delmar Pub, Clifton Park, New York, USA
- [6] Dostálek, P., Vasek, V., Dolinay, J., 2008, *Design and Implementation of Portable Data Acquisition Unit in Process Control and Supervision Applications*. WSEAS Transactions on Systems and Control, 3(9), 779-788
- [7] Faubert, N. *Understanding Portable Data Acquisition Systems*. Retrieved December 4, 2012, from http://www.kscorp.com/Support/whitepapers/Whitepaper_Portable_Data_Acquisition.pdf
- [8] Fisher, D. K., Kebede, H., 2010, *A Low-Cost Microcontroller-Based System to Monitor Crop Temperature and Water Status*. Computers and Electronics in Agriculture, 74(1), 168-173
- [9] Measurement Computing, 2004 – 2012, *Data Acquisition Handbook*, Third Edition, Measurement Computing Corporation, USA
- [10] Rosiek, S., Batlles, F. J., 2008, *A Microcontroller-Based Data-Acquisition System for Meteorological Station Monitoring*. Energy Conversion and Management, 49(12), 3746-3754

Biodata Penulis

Arief Hendra Saptadi, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang dan lulus tahun 2002. Tahun 2003 – 2005 bekerja sebagai Staf Pengajar di LPK Yasa Luhur Salatiga. Tahun 2005 sampai dengan sekarang bertugas sebagai Dosen PNS Kopertis Wilayah VI yang dipekerjakan di Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra (AKATEL) Purwokerto. Saat ini masih menempuh studi lanjut Program Pasca Sarjana (S2) Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Industri UGM Yogyakarta.

Paulus Insap Santosa, memperoleh gelar Sarjana (Ir.) pada tahun 1984 dari Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik UGM Yogyakarta. Di tahun 1991, menyelesaikan studi lanjut Program Master di Department of Computer Science, University of Colorado, Boulder, Colorado, USA dan memperoleh gelar Master of Science (M.Sc). Pada tahun 2006 menyelesaikan pendidikan tingkat doktoral di Department of Information System, School of Computing, National University of Singapore, Singapore dan meraih gelar Doctor of Philosophy (Ph. D). Dari bulan Januari 1985 – Desember 1999 dan dari Mei 2008 hingga sekarang menjadi Dosen pada Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, UGM Yogyakarta. Sejak bulan Desember 2008 hingga

sekarang menjabat sebagai Ketua Program Studi S2/S3 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UGM Yogyakarta. Pada periode bulan Januari 1998 – November 1999 dan mulai Januari 2009 hingga saat ini memegang jabatan Kepala Lab. Informatika dan Komputer di Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, UGM Yogyakarta.

Bambang Sutopo, memperoleh gelar Sarjana (Ir.) pada tahun 1979 setelah menyelesaikan pendidikan strata satu di Teknik Elektro, UGM Yogyakarta. Pada tahun 1991 memperoleh gelar Master of Philosophy (M. Phil) dari Department of Electronic Engineering, Sussex University, Brighton and Hove, United Kingdom. Dari tahun 1979 sampai dengan sekarang menjadi Dosen di Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, UGM Yogyakarta. Pada tahun 1993 – 2000 menjabat sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta. Tahun 2001 – 2004 menjadi Pembantu Dekan I, Fakultas Teknik, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta. Sejak 1992 hingga saat ini menjabat sebagai Kepala Lab. Instrumentasi dan Kendali, Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, UGM Yogyakarta.