

PENGEMBANGAN MINIATUR *SCORING BOARD* BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535 PADA SIMULASI KEJUARAAN RENANG

Muhammad Ikbal Widarto

Program Studi S1 Pend. Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: muhammad.ikbal3@gmail.com

Bambang Suprianto

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: bangjosp@yahoo.com

Abstrak

Perkembangan teknologi sekarang ini semakin meningkat dan menuntut manusia untuk selalu berinovasi. Salah satu inovasi tersebut adalah pengembangan teknologi dalam bidang mikrokontroler. Banyak jenis mikrokontroler salah satunya ATmel AVR yang sering digunakan dalam bidang elektronika dan instrumentasi. Dengan memanfaatkan mikrokontroler, banyak hal dapat teratasi salah satunya perkembangan di dunia olahraga saat ini semakin pesat. Salah satu cabang olahraga air yaitu renang, membutuhkan alat bantu berupa pengukur waktu (*scoring board*) yang digunakan dalam perlombaan kejuaraan serta untuk mengetahui waktu atlet renang mulai dari *start* sampai *finish*. FINA (*Federation International de Natation*) (www.fina.org) mensyaratkan salah satunya berupa alat pengukur waktu berupa *scoring board*. Pengembangan *scoring board* yang sederhana bisa dibuat dengan memakai mikrokontroler ATmega 8535 dengan *display* menggunakan *seven segment*.

Terkait dengan penjabaran diatas, penelitian ini mengkaji bagaimana merancang dan membuat miniatur *scoring board* dengan menggunakan mikrokontroler ATmega 8535. Dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian *eksperimen / riset deskriptif* yang bersifat rekayasa.

Hasil telah didapatkan dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan tentang pengaplikasian Mikrokontroler ATmega 8535 pada alat bantu berupa *scoring board* untuk mengetahui waktu perenang saat *finish*. Dari hasil perhitungan pada *scoring board* didapatkan ralat mutlak sebesar $\Delta x = 0,2355$, ralat nisbi = $\Delta I = 0,001589\%$, dan keseksamaan = $K = 99,998411\%$, pada *stopwatch* didapatkan ralat mutlak sebesar $\Delta x = 0,2268$, ralat nisbi = $\Delta I = 0,001554\%$, dan keseksamaan = $K = 99,998446\%$. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa akurasi keseksamaan *scoring board* dan *stopwatch* sama, sehingga bisa disimpulkan akurasi keseksamaan *scoring board* baik dan pengembangan pada papan sentuh dibuat sesuai pada aplikasi kejuaraan renang.

Kata kunci: ATmega 8535, Display, Akurasi

Abstract

Current technological developments are increasingly demanding people to always innovate. One of the innovation is technology development in microcontrollers field. There are many types of microcontrollers, including ATmel and AVR which are often used in the field of electronics and instrumentation. By utilizing a microcontroller, many things can be solved, one of them is developments in the world of sports today. One of water sports is swimming and it requires a time-measuring tool (*scoring board*) used in the championship race and to know the swimmer's time from start to finish. FINA (*Federation International de Natation*) (www.fina.org) requires a time-measuring tool in the form of *scoring board* in a swimming race. Development of a simple *scoring board* can be made by using microcontroller ATmega 8535 with a seven segment display.

Related to the previous elaboration, this study examines how to design and create miniature of *scoring board* using microcontroller ATmega 8535. This study uses an experimental research / a descriptive engineering research.

Results have been obtained from research and testing of the application microcontroller AT mega 8535 on a *scoring board* tool to know the time of swimmers at the finish. From the calculation of *scoring board*, it is obtained an absolute error of $\Delta x = 0.2355$, relative error = $\Delta I = 0.001589\%$, and accuracy = $K = 99.998411\%$, the absolute error obtained by *stopwatch* = $\Delta x = 0,2268$, relative error = $\Delta I = 0.001554\%$, and accuracy = $K = 99.998446\%$. The calculations show that the accuracy and precision of the *stopwatch* and *scoring board* are the same, so it can be concluded that accuracy and precision of *scoring board* are good and touch board is developed to fit its standard application at swimming championships.

Keyword: ATmega 8535, Display, Accuracy

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sekarang ini semakin meningkat dengan cepat seiring dengan peningkatan kualitas mutu SDM (Sumber Daya Manusia) yang terdidik dan SDA (Sumber Daya Alam) yang dapat diolah dengan berbagai kombinasi, sehingga menghasilkan keluaran yang semakin baik. Dengan dukungannya teknologi akan membantu manusia berupa alat bantu.

Keunggulan teknologi pada setiap negara dapat dijadikan ikon kebanggaan tersendiri oleh setiap negara-negara maju di dunia. Keunggulan dan kecanggihan teknologi yang dimiliki oleh setiap ilmuwan dapat menjadi persaingan dalam memajukan teknologi suatu alat, atau media yang dapat memudahkan kerja manusia. Salah satu keunggulan dalam teknologi yaitu mikrokontroler. Banyak jenis mikrokontroler salah satunya ATmel AVR yang sering digunakan dalam bidang elektronika dan instrumentasi. Dengan memanfaatkan mikrokontroler, banyak hal dapat teratasi salah satunya perkembangan di dunia olahraga saat ini semakin berkembang. Cabang olahraga air yaitu renang, membutuhkan alat bantu berupa waktu (*scoring board*) yang digunakan dalam perlombaan kejuaraan serta untuk mengetahui waktu atlet renang mulai dari *start* sampai *finish*. FINA (*Federation International de Natation*) (www.fina.org) mensyaratkan salah satunya berupa alat pengukur waktu. Alat pengukur waktu untuk perlombaan renang merupakan salah satu fasilitas yang harus ada di kejuaraan nasional atau dalam perlombaan Internasional dan perlombaan yang penting lainnya. Universitas Negeri Surabaya mempunyai salah satu fasilitas olahraga berupa kolam renang yang sudah memenuhi standart namun tidak adanya fasilitas berupa alat pengukur waktu.

Menurut hasil observasi di kolam renang KONI, *scoring board* yang digunakan sejak tahun 2000 dan sudah mengalami perbaikan dalam elektronik, papan tombol maupun *display*. Di kolam renang Juanda milik TNI AL, *scoring board* sudah 5 tahun tidak digunakan karena mengalami kerusakan dan hanya ada *display*.

Observasi di kolam renang Unesa belum ada *scoring board* yang digunakan untuk kejuaraan renang, sedangkan *scoring board* sangat dibutuhkan untuk kejuaraan. Pada saat kejuaraan, tim panitia Unesa meminjam *scoring board* yang ada di KONI, namun tidak ada *display*. *Display* yang ada di kolam renang KONI dibuat permanen dan sangat rentan mengalami kerusakan. Pengembangan *scoring board* yang sederhana bisa dibuat dengan memakai mikrokontroler.

Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian dengan Judul “Pengembangan Miniatur *Scoring Board*

Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 Pada Simulasi Kejuaraan Renang”.

KAJIAN PUSTAKA

Fasilitas untuk kejuaraan renang menurut FINA (*Federation International de Natation*) (www.fina.org) salah satunya adalah *scoring board* untuk mengetahui hasil waktu *finish* perenang. Banyak perusahaan yang membuat sistem *scoring board* untuk kejuaraan olahraga renang, salah satu perusahaan yang membuat *scoring board* dan sering dipakai untuk kejuaraan adalah *dactronics* dan *omnisport*. Dalam situsnya (www.dactronics.com) berikut adalah sistem *scoring board* yang digunakan untuk kejuaraan renang.

Papan Sentuh (*Touchpad*) adalah alat ini yang ada di dinding kolam renang di kedua ujung jalur masing-masing. Setiap papan sentuh (*touchpad*) mempunyai ketebalan satu sentimeter dan menggabungkan sensor untuk mendeteksi sentuhan perenang pada pergantian dan saat *finish*. Waktu dapat direkam segera dengan sebuah sinyal yang dihasilkan dan ditentukan oleh sinyal dari sentuhan perenang kemudian ditampilkan di papan skor di tempat tersebut, dan perenang dapat memeriksa waktunya setelah sentuhan akhir.

Timing Console adalah alat yang digunakan untuk mengontrol kecepatan waktu pada setiap lintasan kolam renang yang ditampilkan pada *display*. Pada akhir *finish*, alat ini sudah dilengkapi printer didalamnya dan akan mencetak kecepatan waktu, hasil cetakan dalam hitungan detik dengan menggunakan kertas.

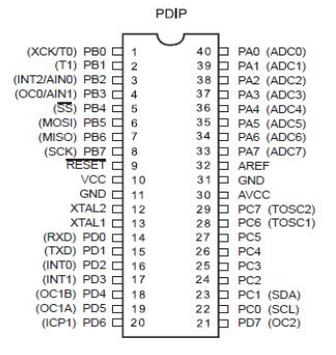
Display digunakan untuk menampilkan waktu atlet ketika *finish*. Dibuat dengan tampilan yang besar agar memudahkan penonton dalam melihat waktu semua atlet ketika *finish*.

Dalam perancangan miniatur *Scoring Board* pada *hardware* menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535, dan pada *display* menggunakan *seven segment*.

Mikrokontroler adalah suatu keping IC dimana terdapat mikroprosesor dan memori program (ROM) serta memori serbaguna (RAM), bahkan ada beberapa jenis mikrokontroler yang memiliki fasilitas ADC, PLL, EEPROM dalam satu kemasan. Penggunaan mikrokontroler dalam bidang kontrol sangat luas dan populer. Ada beberapa vendor yang membuat mikrokontroler diantaranya *Intel*, *Microchip*, *Windbond*, *Atmel*, *Philips*, *Xemics* dan lain-lain. Dari beberapa vendor yang paling digunakan adalah mikrokontroler buatan ATmel. Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc prosesor*) memiliki arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) *clock*.

ATMega 8535 memiliki bagian sebagai berikut:

(1) Saluran I/O sebanyak 32 buah yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C* dan *Port D*. (2) ADC 10 bit sebanyak 8 saluran (pada *Port A*). (3) Tiga buah *timer counter* dengan kemampuan perbandingan. (4) CPU yang terdiri dari 32 buah *register*. (5) *Watchdog Timer* dengan osilator *internal*. (6) SRAM sebesar 512 byte. (7) *Memori Flash* sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*. (8) Unit *interupsi internal* dan *external*. (9) *Port* antarmuka ISP. (10) EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi. (11) Antarmuka komparator analog



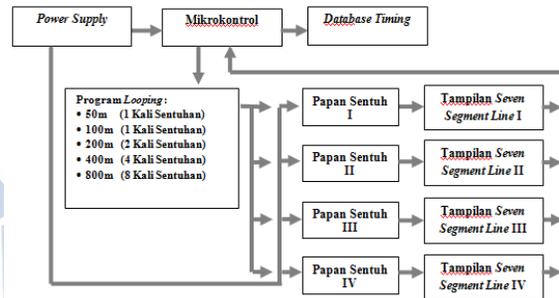
Gambar 1 Susunan Pin Mikrokontroler ATmega 8535.

METODE

Penelitian pembuatan miniatur *scoring board* berbasis mikrokontroler ATmega 8535 pada simulasi kejuaraan renang dengan metode penelitian *eksperimen deskriptif*. Penelitian *eksperimen* merupakan penelitian yang sistematis, logis, dan teliti didalam melakukan kontrol terhadap kondisi. Dalam penelitian ini untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji efektifitas produk tersebut.

Penelitian ini menghasilkan produk berupa miniatur *scoring board* berbasis mikrokontroler ATmega 8535 pada simulasi kejuaraan renang untuk meneliti keakurasian dengan menggunakan perhitungan dengan perbandingan alat waktu *stopwatch*.

Dalam perancangan dan pembuatan *scoring board* terdapat sistem yang diperlukan yaitu *hardware* dan *software*. Perancangan *Hardware* dilakukan untuk membuat dan merancang *scoring board* yaitu sesuai dengan blok diagram pada gambar 2.

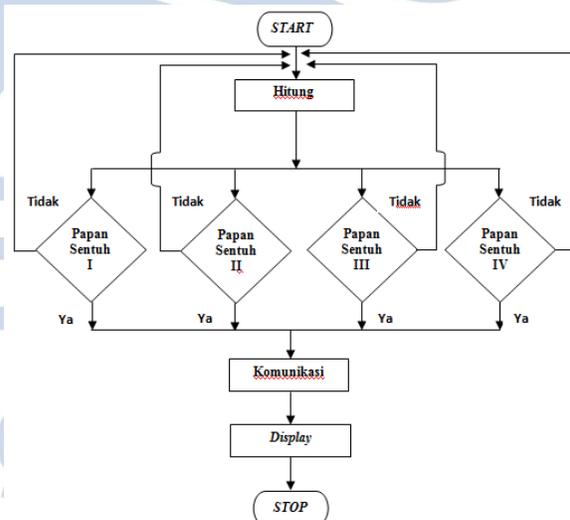


Gambar 2 Blok Diagram Sistem

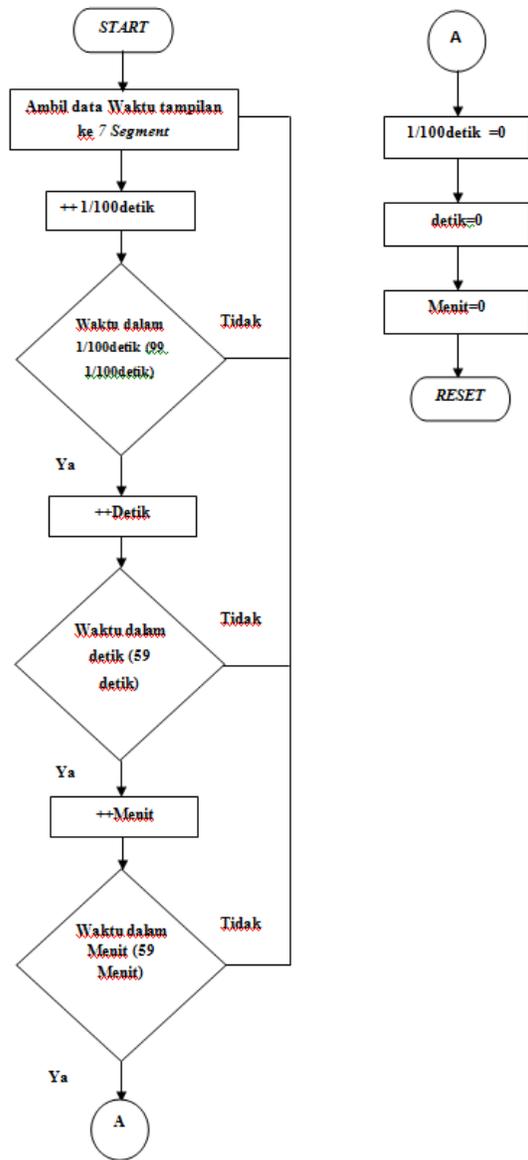
Cara kerja sistem yaitu terdapat tombol pada *scoring board start/reset, select, 50m, 100m, 200m, 400m* dan *800m*.

Tekan tombol *select* kemudian pilih nomor perlombaan renang (50m, 100 m, 200 m, 400 m, dan 800m) akan mengirim perintah ke mikro utama, kemudian tekan *start*. Pada saat *start* ditekan akan mengirim perintah ke mikro *display* yang sesuai nomor perlombaan yang dipilih. Mikro pada *display* akan bekerja sesuai program yang dibuat sesuai nomor perlombaan, bila papan sentuh ditekan maka *display* akan berhenti sesuai dengan Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem yang akan di kirim data ke mikro utama dan diteruskan ke limit monitor melalui *serial RS232*. Mikrokontroler akan bekerja sesuai sumber DC yang dibutuhkan yaitu sebesar 5 V DC. Program nomor perlombaan yang di pilih akan bekerja sesuai program *looping* yang ada di mikrokontroler.

Perancangan *software* dilakukan untuk membuat dan merancang program pada *scoring board* yaitu sesuai dengan *flowcart* pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3 Flowcart Tampilan Scoring Board



Gambar 4 Flowcart Sistem Perhitungan Scoring Board

Pengujian dilakukan menggunakan miniatur yang sudah jadi, yang dinamakan “ Pengembangan Miniatur Scoring Board Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 Pada Simulasi Kejuaraan Renang ”. Pada tahap pengujian dilakukan uji coba untuk mengetahui akurasi waktu dengan perhitungan pada miniatur scoring board yang dibuat dengan stopwatch. Pada pengujian dilakukan berulang-ulang selama sepuluh kali dengan waktu yang sama antara miniatur scoring board dan stopwatch dengan tahapan sesuai yang telah ditentukan

Analisis data yang digunakan adalah penelitian eksperimen / riset deskriptif yang bersifat rekayasa. Pada penelitian ini hasil penelitian dicatat melalui pembuatan tabel dan penjelasan.

Analisis yang dipakai dalam penelitian ini adalah analisa faktor kesalahan. Kesalahan yang mungkin terjadi ini mengenai ketepatan dan ketelitian untuk mengukur waktu. “ketepatan diartikan suatu ukuran kemampuan untuk mendapatkan hasil pengukuran yang serupa”. Dengan memberikan suatu harga tertentu bagi sebuah variabel, ketepatan (presisi) merupakan suatu ukuran tingkatan yang menunjukkan perbedaan hasil pengukuran pada pengukuran-pengukuran yang dilakukan secara berurutan. Sedangkan ketelitian merupakan harga terdekat dengan suatu instrument, sehingga rumus yang digunakan :

$$\text{Ralat Nisbi } \Delta I = \frac{\Delta}{x} \times 100\%$$

Dimana:

ΔI = ralat nisbi yang terjadi pada setiap pengukuran yang dianalisa dari jumlah pengukuran dengan jumlah nilai pengukuran dikurangi dengan rata-rata

\bar{x} = Rata rata data penunjukan

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

Dimana :

Δx = ralat mutlak yang terjadi pada setiap pengukuran yang dianalisa dari jumlah pengukuran dengan jumlah nilai pengukuran dikurangi dengan rata-rata

$\sum (x - \bar{x})^2$ = Jumlah rata-rata data penunjukan di kuadratkan

Untuk menganalisa dengan menggunakan keseksamaan dengan rumus sebagai berikut :

$$K = 100\% - \Delta I$$

Dimana :

K = Keseksamaan yang telah diukur dan di hitung dengan menggunakan rumus ralat nisbi dan ralat mutlak .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem dilakukan dengan simulasi untuk melihat apakah alat bekerja dengan baik yang diharapkan sesuai dengan perancangan dan fungsi dan untuk mengetahui akurasi waktu pada scoring board dan stopwatch, yang dihitung sesuai rumus yang diamati dari tampilan seven segment dan stopwatch.

Miniatur scoring board yang telah dibuat diujikan sesuai dengan simulasi yang telah dilakukan. Dari simulasi pengujian didapatkan hasil pada fungsi miniatur bekerja dengan baik pada Tabel 1 Pengujian Fungsi Miniatur Scoring Board

Tabel 1 Pengujian Fungsi Miniatur *Scoring Board*

Simulasi Kejuaraan Renang	Sakelar	Papan Sentuh	Counter
50 meter	Off	Tidak fungsi	-
	On	1 kali tekan	Berhenti
100 meter	Off	1 kali tekan/lebih	Tetap Berjalan
	On	1 kali tekan	Berhenti
200 meter	Off	1 kali tekan/lebih	Tetap Berjalan
	On	1 kali tekan	Berhenti
400 meter	Off	1 kali tekan/lebih	Tetap Berjalan
	On	1 kali tekan	Berhenti
800 meter	Off	1 kali tekan/lebih	Tetap Berjalan
	On	1 kali tekan	Berhenti

Miniatur *scoring board* yang telah dibuat diujikan sesuai dengan simulasi. Dari uji coba untuk mengetahui akurasi waktu, dilakukan pengujian akurasi waktu miniatur *scoring board* dan *stopwatch* dengan pengambilan data sebanyak sepuluh kali dengan sample pada *line* satu. Pengambilan data dengan menggunakan bandul seberat berat 30 gram yang ditali dengan panjang 40 cm, diayunkan selama 10 kali berayun. Hasil yang didapatkan pada Tabel 2 Pengujian akurasi *Scoring Board* dan *Stopwatch*.

Tabel 2 Pengujian Akurasi *Scoring Board* dan *Stopwatch* (a) *Scoring Board*

No	Penunjukkan (milidetik)	(x - \bar{x})	(x - \bar{x}) ²
1	1480	-1,8	3,24
2	1491	9,2	84,64
3	1468	-13,8	190,44
4	1474	-7,8	60,84
5	1479	-2,8	7,84
6	1485	3,2	10,24
7	1485	3,2	10,24
8	1487	5,2	27,04
9	1480	-1,8	3,24
10	1489	7,2	51,84
$\bar{x} = 14818$		$\Sigma = 449,6$	

Perhitungan penunjukkan data *Scoring Board*

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{449,6}{10(10-1)}} = 0,2355$$

$$\Delta I = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \times 100\% = \frac{0,2355}{14818} \times 100\% = 0,001589\%$$

$$K = 100\% - \Delta I = 100\% - 0,001589\% = 99,998411\%$$

Tabel 2 Pengujian Akurasi *Scoring Board* dan *Stopwatch* (b) *Stopwatch*

No	Penunjukkan (milidetik)	(x - \bar{x})	(x - \bar{x}) ²
1	1456	-3,1	9,61
2	1451	-8,1	65,61
3	1469	9,9	98,01
4	1450	-9,1	82,81
5	1464	4,9	24,01
6	1462	2,9	8,41
7	1463	3,9	15,21
8	1450	-9,1	82,81
9	1463	3,9	15,21
10	1463	3,9	15,21
$\bar{x} = 14591$		$\Sigma = 416,9$	

Perhitungan penunjukkan data *Stopwatch*

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{416,9}{10(10-1)}} = 0,2268$$

$$\Delta I = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \times 100\% = \frac{0,2268}{14591} \times 100\% = 0,001554\%$$

$$K = 100\% - \Delta I = 100\% - 0,001554\% = 99,998446\%$$

Analisis tabel data pada Tabel 1 dan Tabel 2 yang telah dilakukan terdapat beberapa pembahasan dari hasil simulasi dan pengukuran yaitu sebagai berikut ini :

- (1) Pengujian Fungsi Miniatur *Scoring Board* adalah sebagai berikut : (a) Pada nomor kejuaraan 50 meter yaitu sakelar posisi *Off* tidak berfungsi, sakelar posisi *On* dan papan disentuh 1 kali maka *counter* akan berhenti. (b) Pada nomor kejuaraan 100 meter yaitu posisi *Off* disentuh 1 kali atau lebih *counter* akan tetap berjalan, apabila sakelar posisi *On* dan papan disentuh 1 kali maka *counter* akan berhenti. (c) Pada nomor kejuaraan 200 meter yaitu posisi *Off* disentuh 1 kali atau lebih *counter* akan tetap berjalan, apabila sakelar posisi *On* dan papan disentuh 1 kali maka *counter* akan berhenti. (d) Pada nomor kejuaraan 400 meter yaitu posisi *Off* disentuh 1 kali atau lebih *counter* akan tetap berjalan, apabila sakelar posisi *On* dan papan disentuh 1 kali maka *counter* akan berhenti. (e) Pada nomor kejuaraan 800 meter yaitu posisi *Off* disentuh 1 kali atau lebih *counter* akan tetap berjalan, apabila sakelar posisi *On* dan papan disentuh 1 kali maka *counter* akan berhenti.

(2) Pengujian Akurasi Waktu Miniatur *Scoring Board* Dengan Perhitungan. Dari hasil perhitungan pada *Scoring board* didapatkan ralat mutlak sebesar $\Delta x = 0,2355$, ralat nisbi $= \Delta I = 0,001589\%$, dan keseksamaan $= K = 99,998411\%$, pada *stopwatch* didapatkan ralat mutlak sebesar $\Delta x = 0,2268$, ralat nisbi $= \Delta I = 0,001554\%$, dan keseksamaan $= K = 99,998446\%$. Perhitungan yang sudah dilakukan terdapat akurasi waktu yang baik pada *scoring board*, dan bisa digunakan dengan perbaikan dan pengembangan yang sesuai dengan aplikasi pada papan sentuh.

PENUTUP

Simpulan

Setelah melakukan perancangan dan pembuatan aplikasi *scoring board* menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dapat diambil kesimpulan : (1) Dari hasil pembuatan dan simulasi, miniatur *scoring board* yang dibuat dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan simulasi. (2) Dari hasil perhitungan didapatkan akurasi keseksamaan *scoring board* = 99,998411% dan keseksamaan *stopwatch* = 99,998446%, menunjukkan bahwa akurasi keseksamaan *scoring board* dan *stopwatch* sama, sehingga bisa disimpulkan akurasi keseksamaan *scoring board* baik.

Saran

Dengan mengamati dan mengevaluasi dari hasil kerja alat maka dapat saran sebagai berikut: (1) Perbandingan perhitungan antara *scoring board* dan *stopwatch* yang telah dilakukan, dapat menjadi acuan sebagai pengembangan alat selanjutnya. (2) Untuk pengembangannya papan sentuh agar dibuat sesuai dengan aplikasi pada kejuaraan renang yaitu dapat digunakan di air dan agar tidak terjadi hubung singkat, karena pada alat *scoring board* papan sentuh yang dibuat menggunakan tombol *push button*. (3) *Line* yang dibuat bisa dikembangkan menjadi 8 *line* sesuai dengan aplikasinya di kejuaraan renang yaitu pada rangkaian di buat secara sama antara *line* 1 sampai dengan 8, karena pada alat *scoring board* hanya di buat 4 *line*.

DAFTAR PUSTAKA

Dactronics. Timing System Aquatic. (Online). (<http://www.daktronics.com> html, Diakses Tanggal 8 Juni 2013)

DataSheet Atmel 8535. Alldatasheet.com. (Online). (<http://www. Alldatasheet.com>. html, diakses Tanggal 15 Mei 2013).

DataSheet Seven Segment. Alldatasheet.com. (Online). (<http://www. Alldatasheet.com>. html, diakses Tanggal 15 Mei 2013).

FINA (Federation Internationale De Natation). "Fina Facilities Rules 2009-2013" Fina.org. (<http://www.fina.org/>. html, diakses Tanggal 22 Mei 2013).

Hurzeller. 1978. Swimming Pool Touch Pad Construction. United state patent.

Ngasmain, 1996. Renang Buku I. Jakarta:Balai Pustaka

Penyusun, Tim. 2013 Panduan Penulisan dan Penilaian Skripsi Universitas Negeri Surabaya. Surabaya: University Press Unesa. Riduwan, dkk. 2005. Rumus Dan Data Dalam Analisis Statistika. Bandung:Alfabet.

Sugiyono, 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Jakarta:Alfabet.

Sugiyono, 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Jakarta:Alfabet.

Susilo, Deddy. 2009. *48 Jam Kupas Tuntas Mikrokontroler MC51 dan AVR*. Jakarta:Andi.

Zulfikar, Viki. 2012. *Aplikasi Modem Wavecom M1306B Q24 + RS232 dengan Website Sebagai Media Kontrol Motor Stepper dan Led 8 Bit Menggunakan Mikrokontroler Atmega 162*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: JTE FT Unesa.