

## Rancang Bangun Data *Logger* Suhu Menggunakan *Labview*

Siswo Wardoyo\*, Ri Munarto, dan Vicky Pratama Putra

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,  
Cilegon, Banten 42435, Indonesia

\*e-mail: siswo@ft-untirta.ac.id

---

### Abstrak

Pengukuran besaran fisis merupakan salah satu langkah dalam akuisisi data, dan temperatur merupakan salah satu besaran fisis yang sering digunakan dalam sistem kontrol, baik hanya untuk *monitoring* atau proses pengendalian lebih lanjut. Saat ini alat yang telah ada berupa sistem akuisisi data yang terhubung dengan PC (*PC-based*) atau sistem yang dapat berdiri sendiri (*portable*). Dalam kaitannya dengan hal tersebut, dalam penelitian ini bertujuan untuk membuat perangkat *data logger* alternatif dengan mikrokontroler ATMega8535 dan *interface* berupa *Labview* sebagai *data logging*. Pada pengujian, *data logger* alternatif yang dibuat pada penelitian ini, masih terdapat selisih pengukuran dengan alat ukur acuan sebesar 2,52% untuk pengukuran suhu, dan 4,42% untuk pengukuran tegangan.

### Abstract

**Design and Development of Temperature Data Logger Using Labview.** Measurement of physical quantities is one step in the acquisition of data, and temperature is one of the physical quantities that are used in the control system, good only for monitoring or controlling the process further. Currently available tools such as a data acquisition system connected to a PC (*PC-based*) or a system that can stand alone (*portable*). In relation to this, the research aims to create an alternative to the data logger and interface a microcontroller ATMega8535 *Labview* as data logging. On testing, the data logger alternatives made in this study, there is still a difference measurement with reference gauge of 2.52% for temperature measurement, and 4.42% for voltage measurement.

*Keywords: termokopel, logger data, ATMega8535, Labview*

---

## 1. Pendahuluan

*Data logger* adalah suatu alat rekam elektronik yang dapat merekam data pada saat waktu yang berlalu, biasanya digunakan untuk penyimpanan data *real time*. Berkaitan hal tersebut, maka penulis ingin membuat sebuah perangkat *data logger* alternatif yang lebih sederhana, mudah terintegrasi dengan berbagai tipe termokopel yang tersedia di pasaran dan relatif lebih terjangkau, tetapi tanpa mengurangi nilai akurasi pengukuran. Alat ini berfungsi untuk memonitor suhu secara *real time*, yang hasil *monitoring*-nya ditampilkan melalui sebuah sistem *interface* dengan bantuan *software Labview* 2009.

Hasil *monitoring* perubahan suhu pada termokopel ini ditampilkan dalam bentuk grafik. Selain itu juga, *interface* ini berfungsi sebagai *data logger*.

**Software Labview.** *Laboratory virtual instrument engineering workbench* merupakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok, sedangkan pemrograman lainnya menggunakan *text*. Program *Labview* dikenal dengan sebutan VI atau *virtual instruments* karena penampilan dan operasinya dapat meniru sebuah instrumen sebenarnya dalam bentuk simbol-simbol. *Software Labview* terdiri dari tiga komponen utama yaitu *front panel*, *block diagram*, *function palette*, dan *control palette*.

**Front panel.** Untuk membuat tampilan digunakan *tools* dan objek. Tampilan ini dikenal dengan istilah *front panel*.

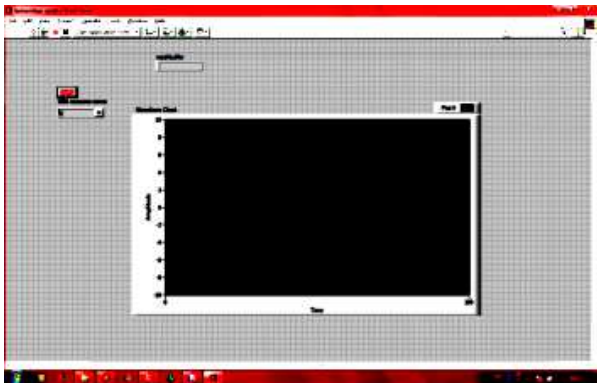
Kontrol mencakup *knob*, *push button*, dan mekanisme masukan lainnya. Sedangkan indikator mencakup grafik, led, *tank*, dan tampilan keluaran lainnya (Gambar 1).

**Block diagram.** *Block diagram* adalah jendela tempat menuliskan perintah dan fungsi, berisikan *source code* berupa simbol-simbol, *node* dan garis sebagai *data flow* untuk mengeksekusi program, termasuk kode dari *front panel*.

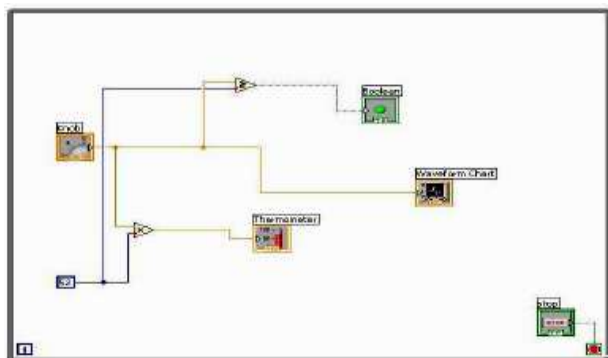
**Function palette dan control palette.** *Function palette* digunakan untuk membuat blok diagram. Setiap pilihan pada tampilan *palette* terdapat *sub-palette* yang diberi tanda anak panah di atas *icon* tersebut. *Function-function palette* yaitu, *programming*, *measurement I/O*, *instrument I/O*, *vision and motion*, *mathematics*, *signal processing*, *data communication*, *connectivity*, *control design & simulation*, dan *express*.

*Control palette* digunakan untuk menambah kontrol dan indikator pada *front panel*. Setiap pilihan *palette* terdapat *sub palette* mempunyai kontrol indikator. Secara keseluruhan, susunan dari *control palette* ini akan membentuk tampilan pada *interface front panel* Labview.

Labview mampu digunakan sebagai HMI, hal ini karena Labview memiliki *function-function programming* yang mampu membentuk *interface* yang mewakili beberapa kriteria sebagai HMI, antara lain memonitor keadaan secara *real-time* yang ada di *plant*, memvisualisasikan kejadian atau proses yang sedang terjadi, serta dapat melakukan *data logging* pengukuran (*historical data*).



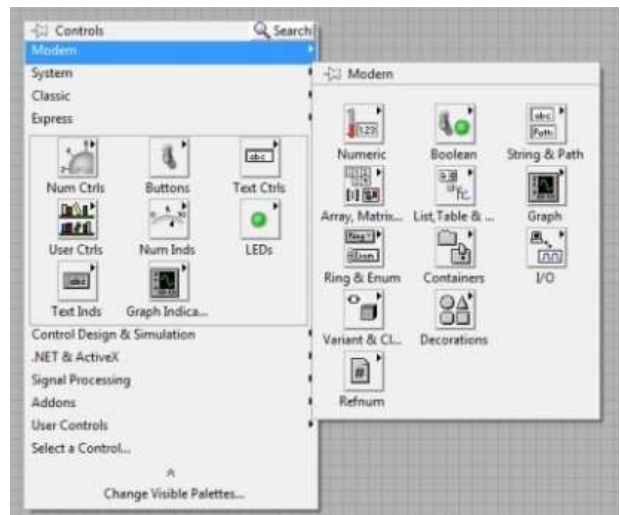
Gambar 1. Front Panel Labview



Gambar 2. Block Diagram Labview



Gambar 3. Function Palette



Gambar 4. Control Palette

## 2. Metode Penelitian

**Perancangan perangkat keras (*hardware*).** Pada sub-bab ini, akan dijelaskan tentang beberapa komponen atau rangkaian yang dibutuhkan untuk membangun sebuah sistem yang dirancang untuk membangun sebuah sistem yang dirancang secara keseluruhan, meliputi: sistem minimum mikrokontroler AVR ATmega8535, rangkaian antarmuka (*interface*) dengan PC, rangkaian catu daya, dan rangkaian pengkondisi sinyal.

**Sistem minimum mikrokontroler.** Sebagai dasar dari perangkat *data logger* ini, terlebih dahulu harus dibuat sistem minimum sebagai pusat kendali dari seluruh sistem yang ada, sistem minimum ini dilengkapi dengan regulator variabel menggunakan IC LM317T sehingga

tegangan keluaran dapat diatur dan dapat digunakan langsung dengan tegangan keluaran dari catu daya. Rangkaian ini juga dilengkapi dengan konverter RS232/TTL menggunakan IC MAX232 untuk dapat berhubungan dengan PC (*personal computer*) melalui komunikasi serial.

Mikrokontroler *running* dengan kristal 12 MHz sebagai sumber detak (*clock*) yang terhubung pada pin 12 (XTAL 1) dan pin 13 (XTAL 2)

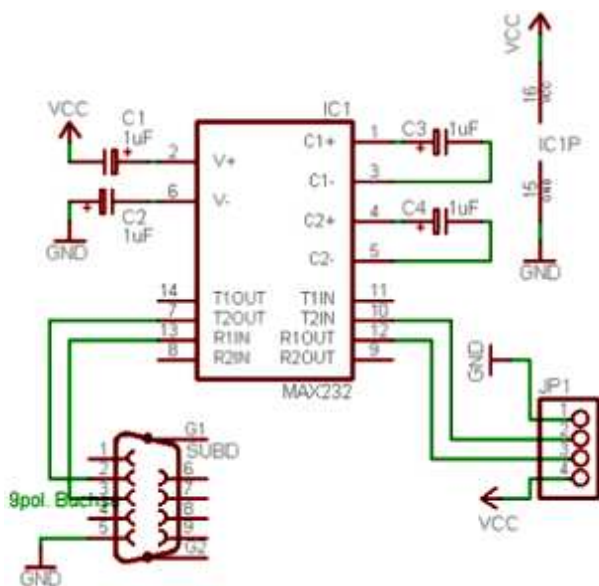
Pada penelitian ini, fungsi utama rangkaian sistem minimum adalah sebagai pengolah ADC, dengan memanfaatkan ADC internal pada mikrokontroler ATmega8535 yang terdapat pada port A.

ADC internal pada mikrokontroler ATmega8535 digunakan untuk mengubah sinyal analog yang diterima dari *signal conditioning*, agar dapat diubah menjadi sinyal digital dan dapat dikirimkan ke PC dengan komunikasi serial oleh mikrokontroler.

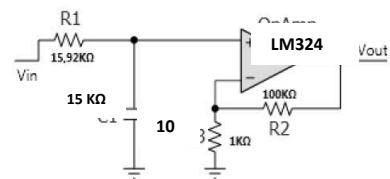
Rangkaian *interface RS232*. Pada mikrokontroler ATmega8535, diperlukan IC tambahan yaitu MAX232 yang dapat mengkonversi level tegangan TTL dari PC ke mikrokontroler atau sebaliknya.

Pada Gambar 5 rangkaian *interface*, rangkaian dihubungkan dengan PC ke port D pada mikrokontroler ATmega8535.

**Rangkaian *signal conditioning*.** Rangkaian pengkondisi sinyal berfungsi untuk mengolah sinyal dari transduser termokopel berupa tegangan yang cukup kecil, yaitu 0,0478 mV menjadi tegangan yang lebih besar, sehingga *output* dari rangkaian ini dapat dibaca oleh ADC internal mikrokontroler ATmega8535.



Gambar 5. Rangkaian *Interface RS232*



Gambar 6. Rangkaian *Signal Conditioning*



Gambar 7. Tampilan *Interface Front Panel Labview*

Rangkaian *signal conditioning* yang dirancang dalam penelitian terdapat dua bagian utama yaitu *low pass filter* dan rangkaian penguat. Rangkaian ini menggunakan IC LM324 sebagai op-amp. Rangkaian LPF yang dirancang dalam penelitian ini, digunakan untuk meloloskan sinyal dibawah frekuensi 1 Hz, sehingga untuk menyusun komponen rangkaiannya menggunakan perhitungan:

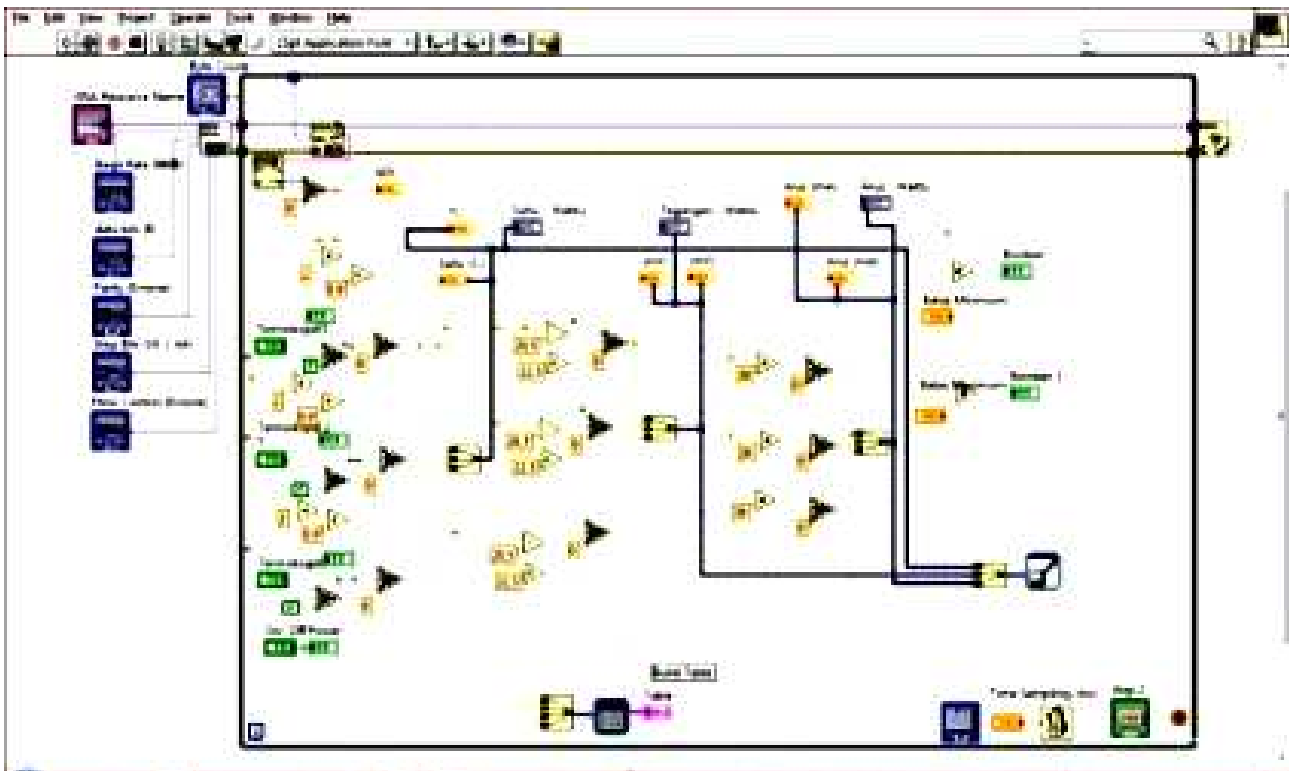
$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \tag{1}$$

Penguatnya dirancang agar mampu melakukan 101 kali penguatan. Sehingga untuk memperoleh penguatan yang dalam hal ini menggunakan *non-inverting amplifier*, digunakan perhitungan:

$$Gain = \left(1 + \frac{R2}{R3}\right) \tag{2}$$

**Perancangan perangkat lunak.** Pada perancangan perangkat lunak pemrograman *interface* menggunakan software Labview 2009 sebagai *monitoring* dan *data logging* suhu termokopel. Sedangkan untuk program *compiler* mikrokontroler menggunakan bantuan software Code Vision AVR yang menggunakan bahasa C dalam pemrogramannya.

Perancangan sistem *interface monitoring*. Pada perancangan *interface sistem monitoring* ini Labview digunakan sebagai *software* untuk membuat sistemnya. Dari perencanaan tersebut, *interface* dibuat sedemikian rupa agar menyerupai instrumen sebenarnya yang *user-friendly*. Program yang dibuat untuk melakukan hal-hal sebagai berikut: 1) Inisialisasi port komunikasi serial sebagai input sensor termokopel; 2) Membaca data dari



Gambar 8. Block Diagram Pemrograman Labview

sensor termokopel; 3) Menampilkan penyajian data dalam bentuk grafik, tabel, maupun indikator lain; 4) Menampilkan data suhu, tegangan, dan arus dari hasil sensor termokopel; 5) Mengatur waktu pencuplikan data tiap detik (*time sampling*); 6) Memonitor batas suhu maksimal dan batas suhu minimal; 7) Menyimpan hasil pengukuran berupa file dengan format .tdms. Realisasi untuk *block diagram* ditunjukkan Gambar 8.

### 3. Hasil dan Pembahasan

*Data logger* suhu dengan termokopel yang telah dirancang, dibagi menjadi beberapa bagian yaitu, *board* utama rangkaian sistem minimum mikrokontroler dan rangkaian *interface* serial RS232, *power supply*, rangkaian *signal conditioning*, dan *software* Labview sebagai *interface*.

**Pengujian karakteristik termokopel Tipe-K**  
Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi Untirta, dalam percobaan titik lebur aluminium dengan *range* operasi antara 0 °C hingga 825 °C (Tabel 1).

Dari hasil percobaan, melalui hasil perhitungan sensitivitas termokopel yang digunakan dalam pengujian memiliki sensitivitas 45,4  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ . Hal ini berbeda dengan termokopel pada teori [5] yaitu sebesar 40,6  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ . Perbedaan yang sekitar 11,82% dari teori yang ada ini, terjadi karena pada teori termokopel yang

diuji mendapat perlakuan pemanasan antara *range* -200 °C hingga 1350 °C, sedangkan pada termokopel dalam pengujian hanya mendapat perlakuan pemanasan antara *range* 0 °C hingga 825 °C. Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa termokopel yang digunakan dalam penelitian terbukti linier.

**Hubungan suhu dengan ADC.** Pengujian karakteristik termokopel yang digunakan dalam penelitian terbukti linier, sehingga di dapat hubungan linier antara suhu dan tegangan. Tegangan juga sebanding dengan data ADC yang ditimbulkan, sehingga dapat dicari hubungan antara suhu dengan ADC yang ditimbulkan. Pengujian dilakukan untuk mencari persamaan konversi parameter dari ADC ke suhu. Pengujian dilakukan dengan rentang suhu 0–793 °C (Tabel 2).

**Pengujian *signal conditioning*.** *Signal conditioning*, merupakan komponen penting dalam perangkat *data logger* yang dirancang. Hal ini karena termokopel merupakan salah satu sensor yang sinyal keluarannya sangat lemah dan memiliki *noise*, oleh karena itu kehandalan dari *signal conditioning* ini perlu diuji apakah telah berhasil membuat sinyal keluaran dari termokopel ini menjadi stabil atau tidak.

Untuk menentukan persamaan, agar didapat perhitungan yang linier antara ADC dan suhu, yaitu dengan bantuan *software* Microsoft Excel.

**Tabel 1. Hubungan Suhu dengan Tegangan pada Termokopel**

Suhu	Tegangan (mV)		
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
0	0	0	0
25	0,2	0,2	0,1
50	0,4	0,5	0,4
75	1,6	1,6	1,5
100	2,7	2,8	2,8
125	3,6	4,4	4
150	4,9	5,1	5,1
175	6	6,3	6,3
200	7,4	7,4	7,5
225	8,5	8,5	8,6
250	9,4	9,6	9,7
275	10,4	10,2	10,4
300	11,9	11,9	12,1
325	13,1	13,5	13,4
350	14,4	14,4	14,6
375	16,1	15,6	15,9
400	17,3	16,8	17,1
425	18,6	18,5	18,5
450	19,5	19,2	19,1
475	20,9	20,4	20,7
500	22,1	21,6	21,8
525	23,6	23,3	23,1
550	24,9	24,1	24,5
575	25,8	25,5	25,8
600	27,2	26,5	26,9
625	28,5	28,3	28,6
650	29,9	30	29,5
675	30,8	31,1	30,7
700	32,1	31,8	31,7
725	33,3	33,3	33,5
750	34,9	34,5	34,9
775	35,8	35,5	35,7
800	36,5	36,2	36,3
825	38,1	38,3	38,1

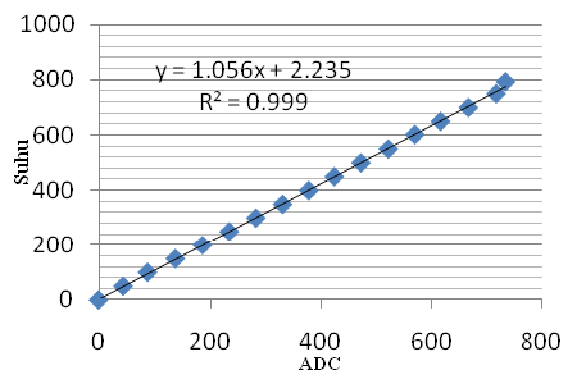
**Tabel 2. Hubungan Suhu dan ADC**

Suhu (°C)	ADC
0	0
50	44
100	88
150	138
200	187
250	235
300	283
350	331
400	378
450	424
500	472
550	521
609	569
650	615
700	665
750	715
793	732

Tabel 3 merupakan hasil pengujian *filter* yang dirancang untuk meloloskan frekuensi dibawah 1 Hz. Pengujian dilakukan dengan bantuan RF Interm, yang membaca pengiriman data serial ke PC. Dari data pada Tabel 3 grafik pengaruh *filter*nya dapat dilihat pada Gambar 10.

*Penguat pada signal conditioning* setelah melalui pengujian, terbukti dapat melakukan penguatan tegangan sebesar 101,05 kali penguatan. Terbukti dengan data pada Tabel 4.

**Pengujian sistem minimum mikrokontroler ATmega 8535.** Sistem minimum mikrokontroler ATmega8535, merupakan *board* utama dalam perancangan perangkat keras *data logger* karena di *board* ini sinyal analog di



**Gambar 9. Grafik Hubungan Suhu dan ADC**

**Tabel 3. Pengaruh Filter terhadap Keluaran ADC**

ADC tanpa Filter	ADC dengan Filter
7	23
11	23
9	23
7	22
8	22
8	22
7	23
9	22
6	23
12	22
6	23
7	22
7	22
9	22
8	22
7	22
11	22
8	22
8	22
8	22
11	22
7	22

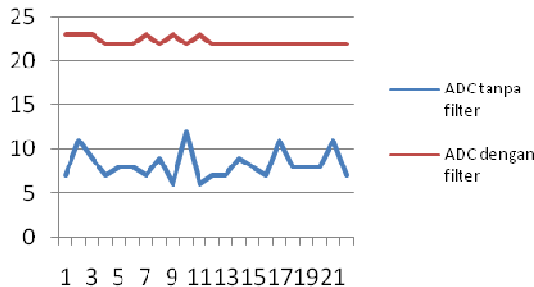
ubah menjadi sinyal digital, dan melakukan komunikasi serial ke PC. Untuk itu kehandalan rangkaian ini perlu diuji, untuk memastikan bahwa sinyal yang dikirim secara serial ke PC berjalan baik.

Pengujian ini terkait dengan kestabilan tegangan yang diterima mikrokontroler yang dalam penelitian ini berfungsi sebagai ADC, semakin stabil tegangan yang dijadikan tegangan referensi, makin stabil pula hasil konversi data analog ke digital. Melalui pengujian di dapat bahwa rata-rata tegangan AVCC yang di jadikan tegangan referensi sebesar 5,041 volt.

**Pengujian skala laboratorium.** Pengujian ini dilakukan untuk uji akurasi pengukuran dengan cara perbandingan pengukuran, dengan instrumen yang ada pada laboratorium.

Pengujian dilakukan di Laboratorium Metalurgi Untirta, dalam pengujian titik lebur zinc (+/-420 °C). Pada pengujian ini membandingkan data suhu yang terukur oleh perangkat *data logger* dengan thermometer digital laboratorium. Hasil pengujian, perbandingan suhu yang terukur seperti pada Tabel 5.

Penyajian dalam bentuk grafik lebih dapat menggambarkan bagaimana akurasi alat yang telah dirancang dengan thermometer digital yang ada. Dari data tersebut



Gambar 10. Grafik Pengaruh Filter Terhadap ADC

Tabel 4. Uji Penguatan Tegangan

Vin (mV)	Vout (mV)	Gain
2,8	282,2	100,78
2,3	233,4	101,47
1,8	181,8	101
1,36	136,3	100,22
0,88	89,4	101,59
0,41	41,7	101,7
1,37	139	101,45
1,89	190,3	100,68
2,3	230,9	100,4
2,79	282,3	101,2

dapat dihitung deviasi pengukurannya tiap titik sampel. Dengan *data logger* (DL) dan pengukuran dengan *digital thermometer* (DT),

Maka deviasi pengukuran adalah sebagai berikut:

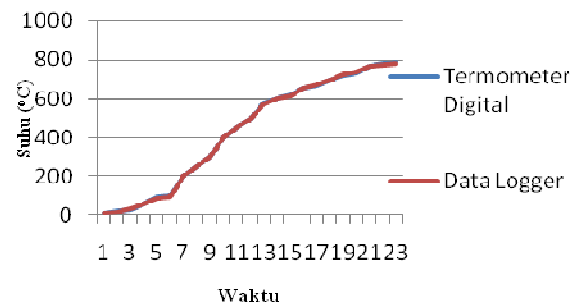
$$Error = \left| \frac{DL - DT}{DL} \right| \times 100\% \quad (3)$$

Dari hasil perhitungan didapat bahwa nilai *error* akurasi pengukuran suhu, mencapai 2,52%.

**Pengujian pembacaan tegangan pada Labview.** Dengan memberi variasi masukan tegangan analog DC ke ADC mikrokontroler maka didapat variasi hasil

Tabel 5. Perbandingan Pengukuran Temperatur

Termometer Digital (°C)	Data Logger (°C)	Error	%Error
10	11,739	1,739	17,39
20	18,075	1,925	9,625
30	32,859	2,859	9,53
60	57,147	2,853	4,755
90	85,659	4,341	4,823333
100	95,163	4,837	4,837
200	199,707	0,293	0,1465
250	250,395	0,395	0,158
300	301,083	1,083	0,361
400	401,403	1,403	0,35075
450	449,979	0,021	0,004667
500	500,667	0,667	0,1334
580	571,419	8,581	1,479483
602	603,099	1,099	0,182558
620	617,883	2,117	0,341452
657	653,787	3,213	0,489041
670	672,795	2,795	0,417164
696	696,027	0,027	0,003879
723	724,539	1,539	0,212863
736	738,267	2,267	0,308016
768	768,891	0,891	0,116016
780	775,227	4,773	0,611923
793	779,451	13,549	1,708575



Gambar 11. Grafik Perbandingan Pengukuran Temperatur

konversi tegangan analog ke digital yang hasilnya, ditampilkan di Labview. Dari Tabel 6 didapatkan adanya ketidaksamaan antara data yang ditampilkan Labview dengan data yang dibaca oleh multimeter digital. Dari perbedaan ini, dapat dicari *error-error* antara tegangan sebenarnya dengan tegangan yang terbaca oleh Labview, dengan menggunakan rumus *root mean square error*.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(\text{Volt Labview} - \text{Volt Multimeter})^2}{n}} = 0,1345 \text{ Volt (4)}$$

Dari hasil perhitungan RMSE tersebut, menunjukkan nilai *error-error* pembacaan antara tegangan yang dibaca menggunakan multimeter digital dengan yang terbaca di Labview. Hasil pembacaan nilai tegangan seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

**Tabel 6. Pembacaan Voltase pada Labview**

Tegangan Multimeter	Tegangan Labview	Error	Error <sup>2</sup>
0	0	0	0
0,11	0,094	-0,016	0,000256
0,3	0,293	-0,007	0,000049
0,43	0,417	-0,013	0,000169
0,56	0,552	-0,008	0,000064
0,63	0,631	0,001	0,000001
0,72	0,705	-0,015	0,000225
0,84	0,83	-0,01	0,0001
0,91	0,92	0,01	0,0001
1,02	0,999	-0,021	0,000441
1,13	1,113	-0,017	0,000289
1,23	1,22	-0,01	0,0001
1,47	1,456	-0,014	0,000196
1,57	1,55	-0,02	0,0004
1,75	1,739	-0,011	0,000121
1,97	1,96	-0,01	0,0001
2,18	2,147	-0,033	0,001089
2,52	2,48	-0,04	0,0016
2,87	2,83	-0,04	0,0016
3,15	3,101	-0,049	0,002401
3,29	3,24	-0,05	0,0025
3,39	3,33	-0,06	0,0036
3,47	3,49	0,02	0,0004
3,56	3,56	0	0
3,63	3,65	0,02	0,0004
3,78	3,718	-0,062	0,003844
3,81	3,79	-0,02	0,0004
3,98	3,92	-0,06	0,0036
4,06	4,006	-0,054	0,002916
4,25	4,22	-0,03	0,0009
4,57	4,508	-0,062	0,003844
4,95	4,87	-0,08	0,0064

#### 4. Simpulan

Perangkat akuisisi data yang telah dirancang, mampu terhubung dengan PC melalui komunikasi serial RS232 untuk membentuk sistem *data logger*, namun belum dapat digunakan secara *plug and play*. Perangkat *data logger* yang telah dirancang masih memiliki *error* pengukuran terhadap alat ukur acuan yaitu sebesar 2,52% pada pengukuran suhu dan 4,42% pada pengukuran tegangan. Sistem *data logger* dapat melakukan pencuplikan maksimal, 337 data tiap detik, pada posisi *knob time sampling* 0ms. Selain posisi tersebut, *knob time sampling* juga telah terbukti berfungsi dengan baik setelah melalui pengujian. Pada pengujian hasil konversi ADC, nilai tegangan pada sensor mempunyai RMSE sebesar 0,1345 volt. *Output file* dari sistem *data logger* berupa *file* dengan format .tdms, yang dapat di akses oleh Microsoft Excel untuk dicetak atau diolah lebih lanjut. Ditinjau dari sisi harga, perangkat akuisisi data dalam sistem *data logger* ini memiliki efisiensi 88% dari perangkat yang telah ada.

#### Daftar Acuan

- [1] H. Afiandhie, Skripsi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Unikom, Indonesia, 2010.
- [2] M.A. Albachrony, Skripsi, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Indonesia, 2011.
- [3] A. Awaludin, G.A. Nugroho, C. Latief, A. Budiyo, Jurnal Sains Dirgantara 8/1 (2010) 79.
- [4] M. Fadli, Skripsi/Diploma IV, Program Diploma IV Teknologi Instrumentasi Pabrik, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Indonesia, 2007.
- [5] S. Hidayat, Skripsi, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia, 2011.
- [6] E.A. Juanda, Inkom 4/2 (2010) IV-100.
- [7] S. Karim, Sunardi, Jurnal Pengajaran MIPA 8/2 (2006) 8.
- [8] D. Kusanto, K. Indiwati, Perancangan Sistem Akuisisi Data Sebagai Alternatif Modul DAQ Labview Menggunakan Mikrokontroler ATmega8535. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-12713-Paper.pdf>, 2008.
- [9] Y. Normandia, Tugas Akhir D3, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia, 2006.
- [10] H.P. Americana, M.N. Hassanal, Y. Setiawan, Termokopel Tipe-K: Laporan Kuliah Komponen Sistem Kontrol, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha, Bandung, 2011.
- [11] J. Pramudijanto, Sensor Temperatur, Institut Teknologi Surabaya, <https://www.google.com/#q=J.+Pramudijanto%2C+Sensor+Temperatur>, 2008.
- [12] A.C. Purnama, A. Yulianto, K.D. Nugroho, A.R. Alby, E. Oktaviani, D. Sulistiono, Laporan Akhir Mata Kuliah Komputerisasi Elektromedik, Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Padjajaran, Bandung, 2010.

- [13] E. Rijanto, R. Soleh, S. Kadarwati, Prosiding PPI-KIM LIPI, Serpong, 2004, p.201.
- [14] A. Setiawan, Tugas Akhir D3, Program Studi DIII Instrumentasi dan Elektronika Jurusan Fisika, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia, 2010.
- [15] I. Sugiarto, Thiang, T.J. Siswanto, Disain dan Implementasi Modul Akuisisi Data Sebagai Alternatif Modul DAQ Labview, <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/elk/article/viewFile/17353/17294>. 2008.
- [16] M.I. Siregar, Skripsi/Program Diploma IV, Teknologi Instrumentasi Pabrik, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Indonesia, 2009
- [17] Sulbi, E. Hastuti, Jurnal Neutrino, 2/1 (2009) 55.
- [18] M. Syarif, Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Indonesia, 2005.
- [19] S.K. Wijaya, Modul Pengenalan Instrumentasi Maya, Universitas Indonesia, Depok. <http://www.scribd.com/doc/35581206/Lab-View>, 2009.