

PEREKAMAN DATA SENSOR KE GOOGLE SHEETS MENGUNAKAN SISTEM MIKROPENGENDALI ATMEGA16A DAN APLIKASI SERVER

Arief Hendra Saptadi¹⁾, Achmad Solichan²⁾

¹⁾Program Studi D-III Teknik Telekomunikasi
Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom
Jl. D. I. Panjaitan No. 128 Purwokerto Indonesia
E-mail: ariefhs@sttelematikatelkom.ac.id

²⁾Jurusan S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kasipah No.10-12 Semarang Indonesia
E-mail: solichan@unimus.ac.id

ABSTRACT

There are various occasions where data taken from field measurements need to be stored remotely, but yet accessible from many places and by any means. The emergence of online data storage for documents such as Google Docs had made it possible to build a system that acquires data from sensors and stores them as an online document accessible anywhere. The purpose of this research is to develop a system prototype to store and display data from the result of measurements to Google Sheets through the use of ATmega16A microcontroller system and a server application.

The proposed system consists of a data acquisition unit, a PC that acts as a server and web services. The data acquisition unit is made up from an ATmega16A microcontroller, LM35 as temperature sensor, photoresistor for light intensity measurement and FT232RL module for serial communication. Application server that runs on a PC is written in Processing programming language. The web services being used are Temboo and Google Sheets.

From the test results it can be concluded that data acquisition unit had been able to transmit data to PC via serial communication, the server application was successfully built in terms of interface design and functionalities and a table in Google Sheets had been capable to store measurement results and display them correctly. In order to deliver a sense of real-time measurement, it is advisable to add a real-time clock chip module to microcontroller system such that the moment the data arrive from sensors is recorded. The server application can be improved by the addition of local data logging feature to anticipate the loss of data caused by disturbances during online transmission.

Keywords: *Data Logging, Sensors, Google Sheets, ATmega16A, Server Application*

1. PENDAHULUAN

Fenomena fisik yang ada di sekeliling manusia seperti perubahan suhu, tingkat kecerahan atau intensitas cahaya, pergantian nilai kelembaban udara dan semacamnya dalam banyak hal dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan.

Nilai-nilai yang diperoleh dapat dijadikan sebagai informasi peramalan cuaca, data bagi sistem peringatan dini (*early warning systems*), masukan untuk mengaktifkan perangkat dan sebagainya. Pada keperluan-keperluan semacam itu diperlukan adanya sebuah sistem untuk mengukur parameter

fisik, mengubahnya menjadi nilai-nilai yang dapat diproses lebih lanjut oleh komputer, menampilkannya dan menyimpannya.

Sistem sebagaimana yang dimaksud adalah sistem akuisisi data berbasis PC (*PC-based data acquisition system*). Sistem ini terdiri dari sensor atau transduser untuk mengubah fenomena fisik menjadi sinyal listrik dengan level tegangan tertentu, pengubah analog ke digital (*Analog-to-Digital Converter* atau ADC) untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital dengan suatu nilai resolusi, penguat (*amplifier*) untuk menguatkan sinyal ke nilai amplitudo tertentu dan komputer sebagai perangkat penampil dan pengolah data (Emilio, 2013). Satu hal penting yang dihasilkan oleh sistem akuisisi data ini adalah nilai-nilai hasil pengukuran yang tersimpan untuk selanjutnya dianalisis lebih jauh.

Dalam sistem tersebut, komunikasi data menjadi suatu hal yang penting mengingat saat proses akuisisi data terjadi, data akan diambil dari lapangan untuk diproses lebih lanjut kemudian disimpan atau dikirimkan ke tujuan lain melalui berbagai medium dan protokol yang berbeda. Pada sistem akuisisi data berbasis PC setidaknya terdapat tiga komunikasi data yang terjadi, yaitu antara sensor atau transduser dengan perangkat akuisisi data,

antara perangkat tersebut dengan PC dan antara PC dengan medium lain yang digunakan untuk menayangkan atau menyimpan data, semisal web. Komunikasi data yang terjadi antara PC dan layanan web (*web service*) menggunakan medium kabel biasanya berupa Ethernet (100Base-T), Gigabit Ethernet (1000Base-T) atau Fiber Ethernet (100Base-FX). Adapun komunikasi data secara nirkabel menggunakan standar Zigbee, 802.15.4 dan berbagai macam varian untuk standar 802.11 dari IEEE (Judd, 2016).

Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam sistem akuisisi data berbasis PC yang menggunakan layanan web adalah berkaitan dengan data yang dihasilkan untuk selanjutnya dikirimkan. Pengiriman data menggunakan email secara berkala dalam jangka waktu tertentu akan dapat memicu indikator *spam* pada kotak email (*mailbox*) penerima. Di sisi lain, ukuran data juga akan bertambah, karena terdapat penambahan *header* email. Alternatif lainnya adalah dengan menggunakan *web server* tersendiri, kemudian data dikirimkan dari PC melalui HTTP dengan metode POST. Penyimpanan data selanjutnya ditangani oleh suatu *database server*. Namun solusi seperti ini tidaklah efisien untuk suatu pekerjaan yang sebenarnya

terbatas pada pengiriman dan penyimpanan data.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan rancangan prototipe sistem untuk merekam dan menampilkan data hasil pengukuran ke layanan Google Sheets menggunakan mikropengendali ATmega16A dan aplikasi server. Google Sheets dipilih sebagai alternatif solusi mengingat bahwa pengiriman data cukup dilakukan melalui *Application Programming Interface* (API) yang tersedia, di samping adanya kemudahan bahwa data dapat diunduh dan dibaca kembali menggunakan berbagai perangkat lunak lembar sebar (*spreadsheet*) yang tersedia.

3. KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Penggunaan Google Sheets (dahulu bernama Google Spreadsheets) untuk merekam data dari hasil pengukuran sudah pernah dilakukan dalam beberapa penelitian sebelumnya. Suatu sistem untuk mencatat hasil pengukuran meteran listrik telah dikembangkan. Sistem ini menggunakan Raspberry Pi dengan kamera yang menangkap citra dari angka yang tertampil pada LED meter dan LCD meter. Setelah citra diakuisisi dan dikenali, nilai-nilai hasil pembacaan meteran selanjutnya disimpan di dalam Google Sheets dengan

pencatatan waktu (*timestamp*) yang didapatkan dari Google Forms (Kulkarni dkk, 2016). Pencatatan nilai ke Google Sheets juga dilakukan di dalam sebuah penelitian yang menggunakan beberapa perangkat sistem tertanam. Masing-masing perangkat membaca nilai dari sensor, merekamnya secara lokal ke slot *SD card* yang terpasang dan mengirimkannya ke Google Sheets melalui sebuah *switch* di jaringan lokal. Tiap-tiap perangkat dilengkapi *Real Time Operating System* (RTOS) untuk menjalankan seluruh operasi tersebut (Katre dan Jyoti, 2014). Pada kedua penelitian tersebut, interaksi dengan server Google Sheets adalah dalam bentuk XML dan JSON.

Proses komunikasi yang terjadi antara perangkat pada sistem akuisisi data terhadap server Google adalah dalam bentuk interaksi terhadap *Application Programming Interface* (API) pada Google Sheets. Bagi perancang sistem yang lebih berorientasi ke perangkat keras, interaksi semacam ini diasumsikan bersifat sangat teknis dan melibatkan teknologi HTML, XML dan JSON. Untuk mengurangi waktu perancangan yang dibutuhkan, seluruh interaksi seperti ini dapat ditangani oleh layanan pihak ketiga yang menyediakan modul-modul API. Salah satunya adalah Temboo (<http://temboo.com>) Perancang

cukup berkonsentrasi pada apa saja yang akan dilakukan terhadap server layanan web, dalam hal ini Google Sheets, sedangkan seluruh interaksi yang melibatkan API dari Google Sheets tersebut akan ditangani oleh Temboo.

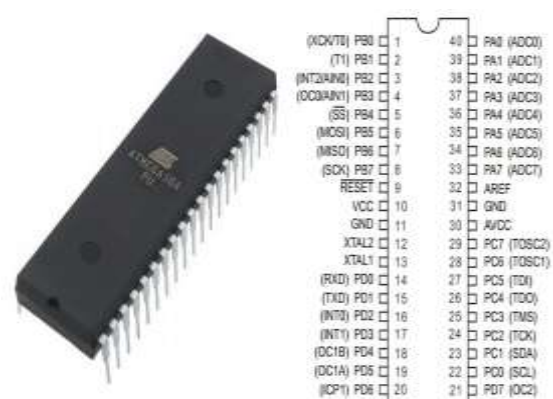
Penerapan Temboo untuk berinteraksi dengan API pada Google Sheets telah dilakukan di beberapa penelitian sebelumnya. Pada penelitian tentang sistem pemantauan dan pengendalian untuk kolam udang, data tentang kondisi kolam yang diukur melalui berbagai sensor dikirimkan jejaring Zigbee ke mikropengendali MSP430. Data tersebut selanjutnya ditampilkan di PC melalui LabView dan disimpan di Google Sheets via Temboo (Duy dkk, 2015). Percobaan untuk menyimpan data sensor ke Google Sheets melalui Temboo berupa suhu udara, kelembaban dan intensitas cahaya juga telah dilakukan dengan bantuan Arduino Yun. Pada percobaan tersebut data dikirimkan via email sebagai notifikasi jika nilainya melebihi ambang yang diijinkan dan ditampilkan di Twitter (Schwartz, 2014).

Berdasarkan uraian tentang berbagai penelitian tersebut, hanya terdapat satu yang menggunakan PC sebagai bagian dari sistem akuisisi data. Ada pun dalam penelitian ini, PC digunakan sebagai server

untuk menerima data suhu dan intensitas cahaya dari mikropengendali ATmega16A melalui komunikasi serial. Meski seluruh penelitian yang dilakukan sebelumnya tersebut mengirimkan data sensor ke Google Sheets, dimana dua diantaranya juga menggunakan layanan Temboo, pada penelitian ini pengiriman data diatur sepenuhnya oleh aplikasi server yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman Processing.

a. Mikropengendali ATmega16A

ATmega16A adalah mikropengendali 8 bit produksi dari ATMEL Semiconductor yang termasuk seri AVR famili ATmega. Mikropengendali ini memiliki memori program (flash) 16 KByte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 KB. Selain terdapat 32 pin yang dapat dipergunakan sebagai Input/Output, ATmega16A juga mempunyai fitur ADC untuk 6 kanal dengan resolusi maksimal 10 bit dan mendukung komunikasi serial melalui protokol USART (Atmel, 2014).

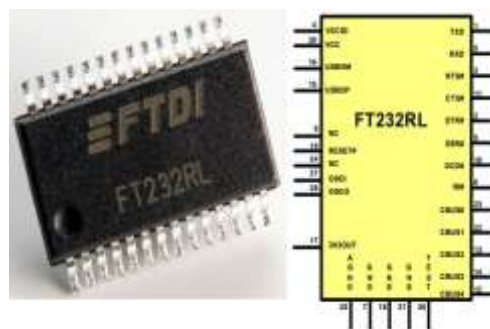


Gambar 1. Mikropengendali ATmega16A

Pada penelitian ini ATmega16A tidak berdiri sendiri melainkan merupakan bagian dari rangkaian sistem minimum. Program untuk mikropengendali (*firmware*) ditulis menggunakan bahasa C. Aplikasi CodeVision AVR digunakan untuk menyunting dan mengompilasi kode program. Sedangkan aplikasi eXtremeBurner AVR pada penelitian ini berfungsi untuk mengunduh berkas HEX hasil kompilasi ke dalam memori program di mikropengendali.

b. FT232RL

FT232RL adalah sebuah cip yang digunakan sebagai antarmuka USART antara mikropengendali dengan komputer (PC). Cip tersebut menggunakan tegangan kerja 3,3 Volt dan menjadi pengubah (*converter*) level tegangan antara port USB pada PC dengan RS232 pada mikropengendali. Dalam penelitian ini cip FT232 RL yang digunakan adalah berupa sebuah modul mini untuk komunikasi serial.

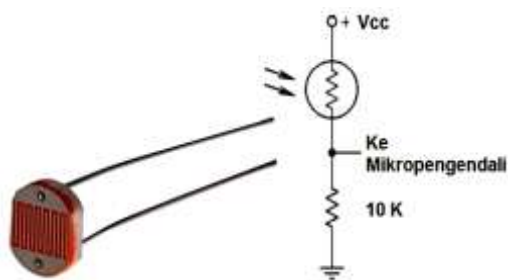
**Gambar 2.** Cip FT232RL

FT232RL memiliki memori EEPROM sebesar 1024 bit yang dapat digunakan untuk menyimpan nama dan konfigurasi Input/Output pada suatu perangkat. Kecepatan pengiriman data atau *baud rate* adalah dari 300 bps hingga 3 Mbps. Cip tersebut mendukung standar USB 2.0 *Full Speed* (Future Technology Devices Ltd., 2015).

c. Photoresistor

Photoresistor atau disebut juga *photocell* atau *Light-Dependent Resistor* (LDR) adalah sebuah komponen dengan karakteristik dasar resistor yang memiliki kepekaan terhadap pencahayaan. Komponen tersebut akan menurun resistansinya bila disinari cahaya yang terang dan akan bertambah nilainya jika berada di tempat yang gelap. Photoresistor semacam ini memiliki dua jenis kemasan, yaitu yang berpenampang dari bahan epoxy dan berpermukaan hermetical. Rentang nilai resistansi adalah dari 2 K Ω pada

kondisi sangat terang hingga $20\text{ M}\Omega$ untuk kondisi sangat gelap (Token, 2010)

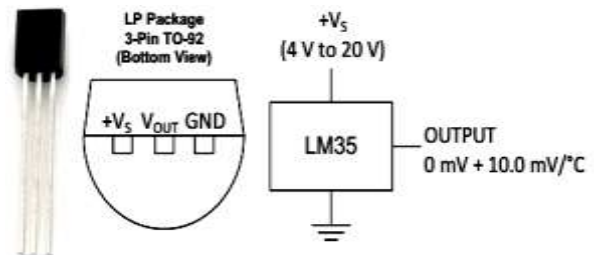


Gambar 3. Rangkaian Photoresistor

Dalam penelitian ini digunakan photoresistor model PGM5526. Model ini terbuat dari bahan epoxy dengan diameter 5 mm. Resistansi maksimal yang dihasilkan adalah $1\text{ M}\Omega$ pada kondisi gelap total. Photoresistor dihubungkan secara seri dengan hambatan $10\text{ K}\Omega$ dan tegangan 5 V. Percabangan antara resistor dengan photoresistor dihubungkan sebagai masukan menuju mikropengendali.

d. LM35

LM35 adalah sensor suhu dengan keluaran berupa sinyal analog yang nilainya linier terhadap perubahan suhu dalam satuan Celcius. Setiap perubahan tegangan sebesar 10 mV mewakili perubahan suhu 1°C . Sensor ini menggunakan tegangan kerja 4 – 30 Volt, mampu beroperasi pada rentang suhu -55°C hingga 150°C dengan akurasi $0,5^\circ\text{C}$ (Texas Instruments, 2015).

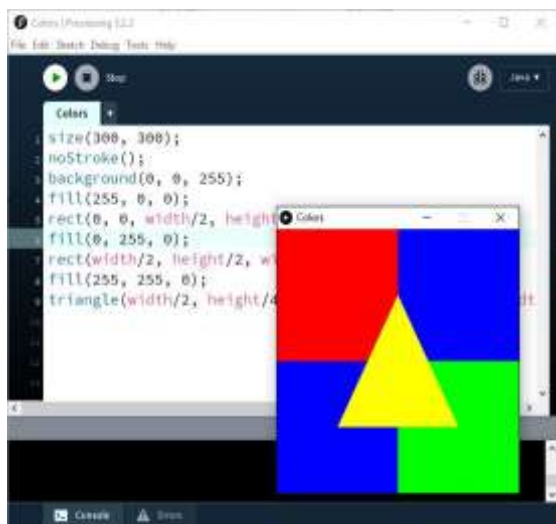


Gambar 4. LM35

Sensor LM35 yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe LM35DZ dengan jenis kemasan TO-92, yang memiliki tiga pin, yaitu V_{CC} , Output dan *Ground*. Tegangan kerja yang dipakai adalah 5 Volt. Karena diaplikasikan untuk pengukuran suhu di dalam ruangan, maka LM35 hanya mengukur suhu dalam rentang nilai positif (2°C hingga 150°C). dengan bentuk rangkaian seperti di dalam Gambar 4.

e. Processing (<http://processing.org>)

Processing adalah bahasa pemrograman berbasis Java yang dikembangkan oleh Casey Reas dan Ben Fry pada MIT Media Lab di tahun 2001. Bahasa ini berkonteks visual dengan tujuan awal untuk memudahkan pembuatan objek-objek grafis bagi pemrogram yang tidak menguasai teknis-teknis grafis maupun pekerja grafis yang tidak memiliki dasar pemrograman. Processing dikembangkan secara terbuka dengan lisensi Open Source dan dapat berjalan secara lintas sistem operasi.



Gambar 5. Processing IDE

Dalam penelitian ini, Processing dipilih sebagai bahasa untuk pengembangan aplikasi server pada PC. Karena selain mampu membentuk objek-objek antarmuka pengguna secara grafis (*Graphical User Interface*), Processing juga dapat menangani komunikasi serial dan pengiriman data via protokol TCP/IP. Kode program pada Processing atau disebut *sketch*, disunting dan dikompilasi menggunakan aplikasi Processing IDE versi 3.2.3.

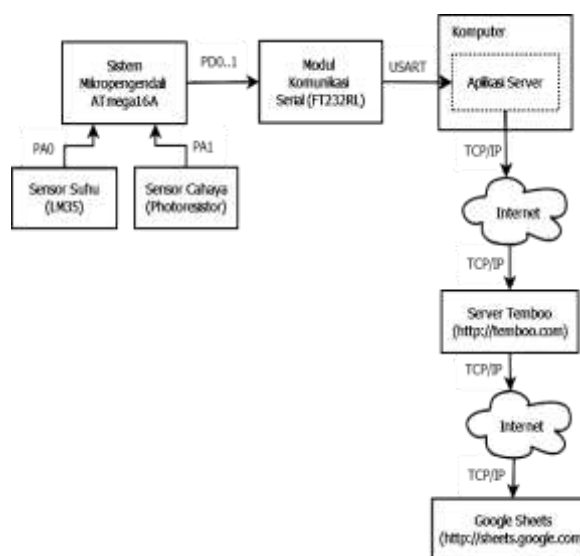
3. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang ditempuh dalam penelitian ini adalah meliputi perancangan sistem secara keseluruhan, perancangan rangkaian perangkat keras dan perancangan perangkat lunak atau aplikasi. Aplikasi yang dikembangkan pada penelitian ini adalah berupa program untuk mikropengendali (*firmware*) dan aplikasi Perekaman Data Sensor.....

server yang dibangun melalui Processing IDE.

f. Perancangan Sistem Keseluruhan

Secara garis besar sistem yang dirancang terdiri dari tiga bagian, yaitu sistem mikropengendali ATmega16A yang dilengkapi sensor suhu LM35 dan sensor cahaya photoresistor, komputer atau PC yang menjalankan aplikasi server dan layanan web yang terdiri dari situs Temboo dan server dari Google Sheets. Dalam penelitian ini perancangan difokuskan kepada pembuatan rangkaian sistem mikropengendali dan aplikasi server. Sedangkan untuk layanan web lebih bersifat pengaturan dalam hal pengiriman data.



Gambar 6. Sistem Keseluruhan

Cara kerja sistem berawal dari sensor LM35 dan photoresistor yang mengirimkan nilai hasil pengukuran berupa sinyal analog ke mikropengendali

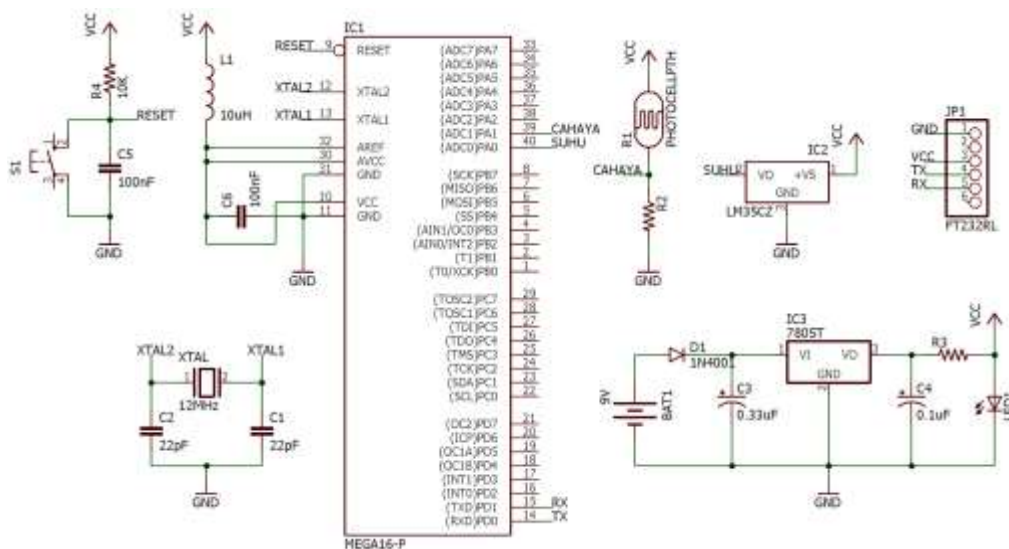
ATmega16A. Mikropengendali selanjutnya menjalankan proses ADC dan mengirimkan hasilnya ke PC melalui modul komunikasi serial FT232RL. Pada PC, aplikasi server menerima data yang dikirimkan, mengolahnya dan meneruskan ke server Temboo melalui internet. Berikutnya Temboo akan berinteraksi dengan Google Sheets agar data yang dikirimkan untuk selanjutnya disimpan dan ditampilkan.

g. Perancangan Rangkaian

Rangkaian untuk sistem mikropengendali ATmega16A adalah seperti dalam gambar 7. Rangkaian ini berperan sebagai perangkat akuisisi data yang mengolah data dari sensor LM35 dan photoresistor. Keluaran sinyal analog berupa nilai tegangan yang dihasilkan dari

pengukuran sensor suhu dan cahaya selanjutnya diolah ATmega16A menjadi masukan digital melalui proses ADC 10 bit. Tegangan referensi yang digunakan adalah 5 Volt dari pin AVCC. Hasil pengolahan ADC tersebut selanjutnya dikirimkan ke PC melalui modul komunikasi serial FT232RL dengan *bitrate* 9600 bps. Format data yang digunakan adalah 8 bit data, satu buah *stop bit* dan tanpa bit paritas.

Sensor LM35 dan photoresistor masing-masing dihubungkan ke pin PA0 dan PA1. Sedangkan pin TX dan RX dari modul FT232RL dihubungkan ke pin RX (PD0) dan TX (PD1) dari ATmega16A. Mikropengendali menggunakan rangkaian osilator kristal 12 MHz. Catu daya 5 V untuk rangkaian diperoleh dari port USB pada PC atau alternatifnya dapat menggunakan baterai 9 V.

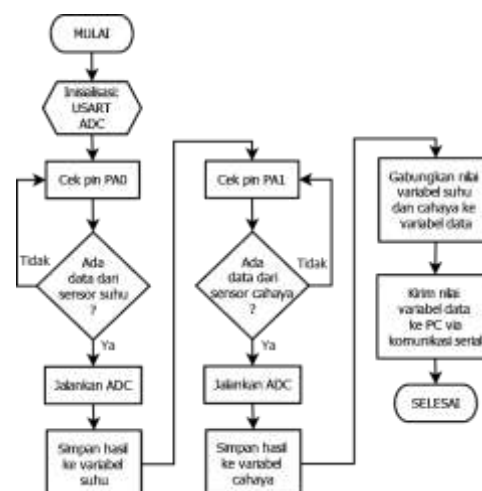


Gambar 7. Rangkaian Sistem Mikropengendali

**h. P
era
na
nga
n
Per
ang
kat
Lu
nak**

Dalam penelitian ini terdapat dua jenis perangkat lunak yang dirancang yaitu program untuk mikropengendali (*firmware*) dan aplikasi server. *Firmware* pada mikropengendali menjalankan tugas untuk menerima data dari piranti sensor, mengubahnya ke bentuk digital melalui proses ADC dan mengirimkannya ke PC melalui protokol USART. Ada pun aplikasi server memiliki tugas untuk menerima data yang dikirimkan dari mikropengendali melalui komunikasi serial, menayangkannya secara lokal dan mengirimkannya ke Google Sheets.

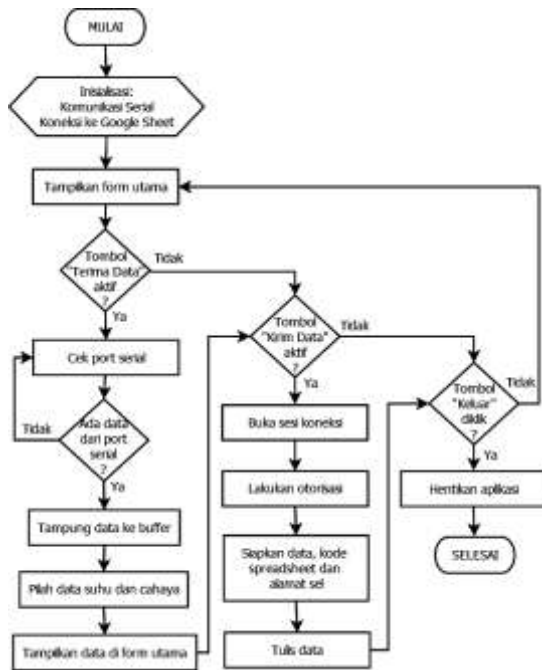
Langkah kerja dari program pada mikropengendali adalah seperti pada Gambar 8 berikut. Pada tahap awal, program menjalankan inisialisasi komunikasi serial (USART) dan ADC. Mikropengendali lalu terus-menerus mengecek pin PA0 dan pin PA1 terhadap keberadaan data suhu dan intensitas cahaya. Jika ada, maka data tersebut diubah ke bentuk digital melalui proses ADC dan hasilnya disimpan ke dalam variabel suhu dan cahaya. Kedua data tersebut selanjutnya digabungkan dan diformat ke bentuk tertentu untuk dikirimkan ke PC via komunikasi serial.



Gambar 8. Alur Program Mikropengendali

Secara garis besar, aplikasi server memiliki tiga tahapan kerja. Pada tahapan pertama, aplikasi melakukan inisialisasi komunikasi serial dan koneksi ke Google Sheet melalui Temboo. Pada tahap kedua, aplikasi menampilkan form utama beserta seluruh nilai di dalamnya. Pada tahap terakhir, aplikasi mengecek kondisi dari tiga tombol, yaitu Terima Data, Kirim Data dan Keluar. Jika tombol Terima Data diklik, maka aplikasi akan mengecek keberadaan data di port USB. Bila ada data, maka akan ditampung sementara pada *buffer*. Sesudah itu data dipilah lalu ditampilkan. Jika tombol Kirim Data diklik, maka aplikasi akan membuka sesi koneksi ke Google Sheet melalui Temboo, melakukan proses otorisasi, menyiapkan data yang akan dikirim meliputi nilai data, kode *spreadsheet* beserta alamat sel dan terakhir adalah menuliskan data tersebut. Jika tombol Keluar diklik, maka aplikasi

akan menghentikan seluruh proses yang terjadi dan menutup form utama.



Gambar 9. Alur Kerja Aplikasi Server

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

$$Suhu = \left(ADC_{LM35} \cdot \frac{5}{1024} \right) \times 100$$

Pada penelitian ini dilakukan tiga jenis pengujian yaitu komunikasi serial, aplikasi server dan data pada Google Sheets dengan hasil-hasil dan pembahasannya sebagaimana berikut ini.

i. Komunikasi Serial

Tujuan dari pengujian komunikasi serial ini adalah untuk mengetahui apakah mikropengendali sudah menjalankan tugasnya dalam mengirimkan data pengukuran suhu dan intensitas cahaya ke PC melalui protokol USART dengan baik. Nilai intensitas cahaya yang dikirimkan

adalah berupa nilai ADC berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$ADC_{LDR} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \cdot 2^n \tag{1}$$

dengan:

ADC_{LDR} = Nilai hasil ADC untuk photoresistor

V_{in} = tegangan masukan dari sensor (Volt)

V_{ref} = tegangan acuan (Volt)

n = resolusi ADC (bit)

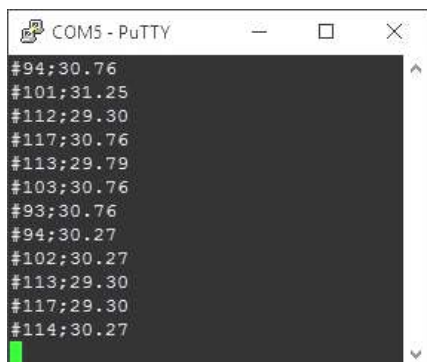
Ada pun pada penelitian ini resolusi ADC yang digunakan adalah 10 bit dengan tegangan acuan sebesar 5 Volt dari pin AVCC, sehingga persamaan (1) tersebut menjadi:

$$ADC_{LDR} = \frac{V_{in}}{5} \cdot 2^{10} = \frac{V_{in}}{5} \cdot 1024 \tag{2}$$

Sedangkan nilai suhu yang dikirimkan merupakan hasil penghitungan nilai ADC pada sensor LM35 dengan persamaan (2) tersebut yang kemudian hasilnya dikonversi ke nilai suhu melalui persamaan berikut:

$$Suhu = \left(ADC_{LM35} \cdot \frac{5}{1024} \right) \times 100 \tag{3}$$

Nilai ADC dari intensitas cahaya dan suhu selanjutnya dikirimkan via komunikasi serial dengan format: #[adc_ldr];[suhu]



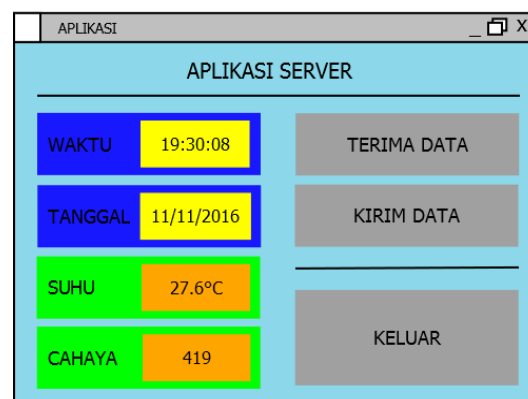
Gambar 10. Pengujian Komunikasi Serial

Aplikasi yang digunakan untuk pengujian ini adalah PuTTY versi 0.63. Port serial yang digunakan adalah COM5 dengan *bitrate* sebesar 9600 bps. Berdasarkan tampilan dari aplikasi PuTTY tersebut seperti dalam Gambar 10, maka dapat dinyatakan bahwa pengiriman data hasil pengukuran dari sistem mikropengendali menuju PC telah berjalan dengan baik. Format data yang tampil telah sesuai dengan ketentuan perancangan.

j. Aplikasi Server

Pengujian untuk aplikasi server ini meliputi dua hal yaitu dari sisi tampilan

antarmuka dan fungsionalitasnya. Dari sisi tampilan, aplikasi hanya memiliki satu buah form utama namun di dalamnya harus dapat menampilkan data yang akan dikirimkan, meliputi waktu, tanggal, suhu dan intensitas cahaya. Selain itu, untuk menunjang fungsionalitasnya, aplikasi juga harus menyediakan tombol untuk menerima data (Terima Data) dari komunikasi serial, tombol untuk mengirimkan data via internet (Kirim Data) dan tombol untuk keluar dari aplikasi (Keluar). Berdasarkan tampilan aplikasi seperti dalam Gambar 11, maka seluruh persyaratan tersebut sudah terpenuhi.



Gambar 11. Tampilan Aplikasi Server

Tabel 1. Uji Fungsionalitas

No.	Fungsionalitas	Kondisi	Indikator	Hasil Uji
1.	Menerima data dari komunikasi serial	Penerimaan data berjalan	Label berubah menjadi “Hentikan Terima Data”	✓
			Tampilan nilai suhu dan cahaya menjadi berubah-ubah	✓
		Penerimaan data berhenti	Label berubah menjadi “Terima Data”	✓
			Tampilan nilai suhu dan cahaya menjadi konstan	✓
2.	Mengirim data via internet	Pengiriman data berjalan	Label berubah menjadi “Hentikan Kirim Data”	✓
			Ada penambahan baris data baru pada tabel dalam Google Sheets	✓
		Pengiriman data berhenti	Label berubah menjadi “Kirim Data”	✓
			Tidak ada perubahan pada tabel dalam Google Sheets	✓
3.	Keluar dari aplikasi	Tombol diklik	Form utama ditutup	✓

1

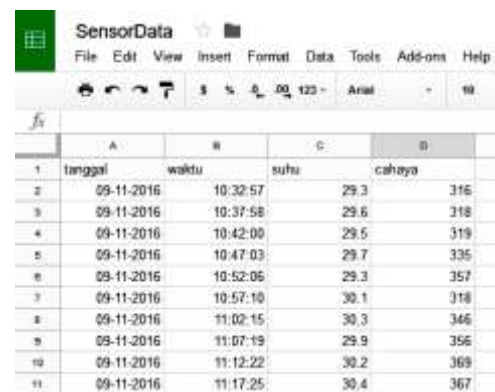
Pengujian untuk sisi fungsionalitas dari aplikasi server ini berpusat pada tiga tombol perintah (*command button*), yaitu Terima Data, Kirim Data dan Keluar. Jenis fungsionalitas yang diuji, indikator yang digunakan dan hasil yang diperoleh adalah sebagaimana terdapat dalam Tabel 1. Berdasarkan informasi tersebut maka dapat disimpulkan bahwa seluruh fungsionalitas telah berjalan dengan baik.

k. Google Sheets

Pengujian pada Google Sheets ditujukan terhadap data yang terdapat di dalam tabel. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah data yang dikirimkan sudah dapat dituliskan di dalam tabel dan apakah data tersebut masuk ke dalam kolom yang tepat. Tabel yang terdapat di dalam Google Sheets terbagi menjadi empat kolom, yaitu tanggal, waktu, suhu dan cahaya, masing-masing pada kolom A, B, C dan D. Data yang dikirimkan ke Google Sheets selanjutnya masuk ke tiap kolom di

dalam tabel untuk membentuk satu baris baru lalu bergeser turun ke baris berikutnya. Demikian seterusnya hingga pengiriman data dihentikan.

Proses pengiriman data ke Google Sheets ditangani sepenuhnya oleh Temboo. Berdasarkan tampilan tabel di dalam Google Sheets sebagaimana pada Gambar 12 maka dapat dinyatakan bahwa proses pengiriman data sudah berjalan sesuai dengan yang direncanakan.



	A	B	C	D
1	tanggal	waktu	suhu	cahaya
2	09-11-2016	10:32:57	29.3	316
3	09-11-2016	10:37:58	29.6	318
4	09-11-2016	10:42:00	29.5	319
5	09-11-2016	10:47:03	29.7	335
6	09-11-2016	10:52:06	29.3	357
7	09-11-2016	10:57:10	30.1	318
8	09-11-2016	11:02:15	30.3	346
9	09-11-2016	11:07:19	29.9	356
10	09-11-2016	11:12:22	30.2	369
11	09-11-2016	11:17:25	30.4	367

Gambar 12. Tabel pada Google Sheets.

4. PENUTUP

Setelah seluruh tahapan perancangan dan pengujian tersebut

dilakukan dan berdasarkan hasil-hasil yang telah diperoleh, maka dapat disusun beberapa kesimpulan dan saran seperti berikut ini.

Kesimpulan

1. Sistem yang dirancang secara keseluruhan terdiri dari perangkat akuisisi data, PC dan layanan web. Perangkat akuisisi data berupa sistem minimum ATmega16A, sensor suhu LM35 dan sensor cahaya photoresistor serta modul komunikasi serial FT232RL. PC berfungsi sebagai server melalui sebuah aplikasi yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman Processing. Layanan web yang digunakan terdiri dari Temboo dan Google Sheets.
2. Proses pengiriman nilai-nilai hasil pengukuran dari perangkat akuisisi data menuju PC melalui komunikasi serial (USART) telah berjalan dengan baik dan ini terlihat dari tampilan format data sudah sesuai dengan rancangan.
3. Aplikasi server sudah berjalan baik dari sisi tampilan maupun fungsionalitasnya untuk menerima data melalui komunikasi serial, mengirimkan data ke Google Sheets dan menghentikan seluruh proses yang terjadi.

4. Data yang dikirimkan ke server dari Google Sheets sudah dapat direkam ke dalam tabel dengan baik, dalam hal keberadaan nilai-nilai pengukuran dalam tabel maupun kesesuaian nilai-nilai dengan kolom penampungnya.

Saran

1. Waktu dan tanggal yang dituliskan ke dalam tabel Google Sheets adalah berasal dari aplikasi server yang memperolehnya dari sistem penanggalan pada PC. Agar kedua nilai tersebut sesuai dengan kondisi yang sebenarnya, maka pada mikropengendali perlu ditambahkan modul *Real-Time Clock* (RTC) yang mencatat kapan nilai suhu dan intensitas cahaya tersebut didapatkan.
2. Pada pengembangan mendatang, aplikasi server perlu untuk ditambahkan fitur perekaman data secara lokal, sehingga ketika terdapat gangguan koneksi internet saat data sedang dikirimkan ke Google Sheets, maka sudah terdapat data cadangan yang terekam.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Duy, Nguyen Tang Kha, Nguyen Dinh Tu, Tra Hoang Son, Luong Hong Duy Khanh, 2015, Automated Monitoring and Control System for Shrimp Farms Based on Embedded System and Wireless Sensor Network, 2015 IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT), Coimbatore, 2015, hal. 1-5.
- Kulkarni, Prachi H., Pratik D. Kuthe, V. N. More, 2016, IoT Based Data Processing for Automated Industrial Meter Reader using Raspberry Pi, 2016 International Conference on Internet of Things and Application (IOTA) Maharashtra Institute of Technology, Pune, India, 22 – 24 January 2016, hal. 107 – 111.
- Atmel, 2014, ATmega16A 8-bit Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash Datasheet, Atmel Corporation, San Jose, California, Amerika Serikat.
- Token, 2010, PGM CDS Photoresistors, CDS Light-Dependent Photoresistors, Light Dependent Photoresistors for Sensor Applications Datasheet, Token, Taiwan.
- Future Technology Devices Ltd., 2015, FT232R USB UART IC Datasheet, Future Technology Devices International Limited.
- Katre, Swapnil R., Jyoti Giri, 2014, Data Logging on Google Drive Spreadsheet, International Journal of Recent Development in Engineering and Technology, Vol. 2, Issue 2, February 2014, hal. 107 – 110.
- Schwartz, Marco, 2014, “Internet of Things with Arduino Yun“, Packt Publishing Ltd., Birmingham, Inggris.
- Judd, Bob, 2016, Everything You Ever Wanted to Know About Data Acquisition Whitepaper, United Electronic Industries, Inc.
- Texas Instruments, 2016, LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors Datasheet, Edisi Revisi Agustus 2016, Texas Instruments Incorporated.
- Emilio, Maurizio Di Paolo, 2013, “Data Acquisitions Systems From Fundamentals to Applied Design”, Springer Science+Business Media, New York, Amerika Serikat.