Implementasi Metode *Multiplexing* pada Sistem Akuisisi Data di Perangkat *Data Logger*

Febrian Hadiatna[1], Ratna Susana[2]

[1,2]*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung*
[1]*Febrian_Hadiatna@yahoo.com,* [2]*ratnassn@yahoo.com*

Abstrak—*Multiplexing* adalah sebuah teknik menggabungkan beberapa sinyal agar dapat dikirimkan secara bersamaan pada sebuah kanal transmisi. Pada penelitian ini, metode tersebut digunakan untuk proses akuisisi data di perangkat data logger. *Multiplexing* digunakan untuk mengatasi port I/O yang terbatas dari MCU. Proses akuisisi data yang akan di uji dengan metode ini, diantaranya menggunakan data masukan analog, protokol data UART, I2C dan 1 Wire. Dua buah MCU digunakan pada sistem ini. MCU pertama berfungsi mengelola data masukan sensor. MCU kedua berfungsi untuk mengendalikan waktu cuplik pada MCU1 dan mentransmisikan data ke perangkat penyimpanan. Tiga tahap pengujian yang dilakukan dari sistem ini. Metode ini telah berhasil digunakan untuk sistem akuisisi data, berdasarkan seluruh proses pengujian tersebut, dengan panjang data maksimum yang mampu disimpan di setiap *channel*-nya berbeda-beda. Data yang dapat disimpan di setiap *channel*-nya, dengan waktu cuplik sebesar 1 detik adalah 30 Byte untuk format UART, 41 Byte pada I2C dan 4 Byte pada 1 Wire.

Kata kunci *:* data logger, akuisisi data, *multiplexing*, protokol data

Abstract—Multiplexing is a technique for combining multiple signals to be sent simultaneously on a transmission channel. In this research, the method is used for data acquisition process in data logger device. Multiplexing is used to overcome the limited I/O port of the MCU. The data acquisition process to be tested with this method, including using analog input data, UART, I2C and 1 Wire data protocol. Two MCUs are used in this system. The first MCU functions to manage input data from sensors. The second MCU serves to control the sampling time on the MCU1 and transmits the data to the storage device. Three stages of testing performed from this system. This method has been successfully used for data acquisition systems, based on the entire testing process, with the maximum data length that can be stored in each channel is different. The data can be stored in each channel, with a 1 second for sampling time is 30 Bytes for UART format, 41 Bytes on I2C and 4 Bytes on 1 Wire

Keyword : data logger, data acquisition, multiplexing, data protocol

PENDAHULUAN

Multiplexing adalah sebuah teknik pengiriman data yang menggabungkan beberapa sinyal data untuk dikirimkan secara bersamaan pada suatu kanal transmisi. Metode ini terdiri dari proses *multiplexing* dan *demultiplexing*. *Multiplexing* akan digunakan pada penelitian ini untuk proses akuisisi data di perangkat data logger.

Data logger adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk menyimpan data hasil pengukuran dalam periode waktu tertentu[2][3]. Perangkat ini biasanya digunakan pada sistem yang bersifat krusial, bukan hanya di bidang elektro saja, namun juga pada bidang lainnya [3][4]. Industri adalah salah satu bidang yang biasanya menggunakan perangkat ini. Di Industri, banyak dihasilkan data di setiap prosesnya, baik dalam bentuk sinyal analog maupun digital yang bersifat penting untuk dipantau dan dianalisis[1].

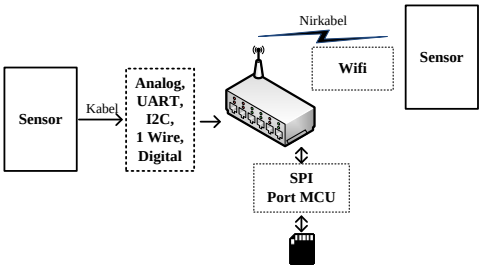
Perangkat data logger saat ini telah berkembang menjadi sebuah sistem *online analysis*, *offline analysis*, ataupun sistem lainnya, hal ini berbeda dengan konsep awal dari perangkat ini yang dirancang hanya untuk menyimpan data hasil pengukuran saja[5]. Beberapa bagian penting dari perangkat data logger terus dikembangkan pada beberapa penelitian, diantaranya pada jumlah channel data, tempat penyimpanan data yang digunakan, waktu cuplik data, serta bagian lainnya.

Pada penelitian ini, digunakan metode *multiplexing* untuk pengembangan pada bagian akuisisi data, agar perangkat data logger diharapkan mendukung dalam menerima data masukan berbagai format data (protokol data). Pengembangan pada bagian tersebut terkait saat ini tengah berkembangnya berbagai perangkat sensor cerdas yang memiliki keluaran data dalam berbagai jenis protokol data. Berbagai perangkat sensor cerdas tersebut akan bermanfaat jika mampu diintegrasikan dengan data logger.

Tujuan digunakannya metode ini pada proses akuisisi data adalah untuk menghemat jumlah saluran fisik, dalam hal ini adalah port I/O pada MCU di perangkat tersebut, yang digunakan sebagai *channel input* data logger. Beberapa format data yang dikembangkan pada perangkat data logger, diantaranya analog, UART, I2C serta 1 Wire. Pada beberapa jenis MCU yang akan digunakan sebagai kontroler dalam data logger, telah memiliki kemampuan yang mendukung untuk penggunaan format data tersebut, namun memiliki keterbatasan dalam jumlah port I/O yang dapat digunakan.

PERANCANGAN SISTEM

Berikut adalah Gambar 1, perancangan sistem dari perangkat data logger pada penelitian ini.



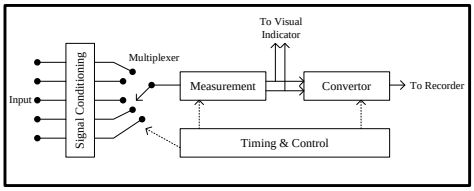
Gambar 1. Perancangan sistem data logger

Media transmisi pada perangkat data logger yang dapat digunakan untuk menerima data dari perangkat sensor berdasarkan Gambar 1 adalah melalui kabel dan nirkabel. Pada media *transmisi* kabel, jumlah *channel* yang dapat digunakan adalah terbatas sebanyak 8 *channel*. Setiap *channel* dirancang untuk mendukung dalam menerima data dalam format analog, UART, I2C ataupun 1 Wire. Pada sistem *transmisi* nirkabel, jenis transmisi yang digunakan adalah wifi, namun saat ini dibatasi pada penelitian ini sistem akuisisi data yang akan diteliti adalah pada sistem *transmisi* kabel.

PERANGKAT KERAS

Dua buah MCU digunakan pada perangkat data logger yang dirancang. MCU pertama berfungsi dalam mengelola proses akuisisi data dan komunikasi data yang terjadi diantara perangkat-perangkat yang terintegrasi pada data logger. MCU kedua berfungsi dalam mengelola waktu proses cuplik yang dilakukan oleh MCU pertama serta mengelola proses penyimpanan data ke media penyimpanan data.

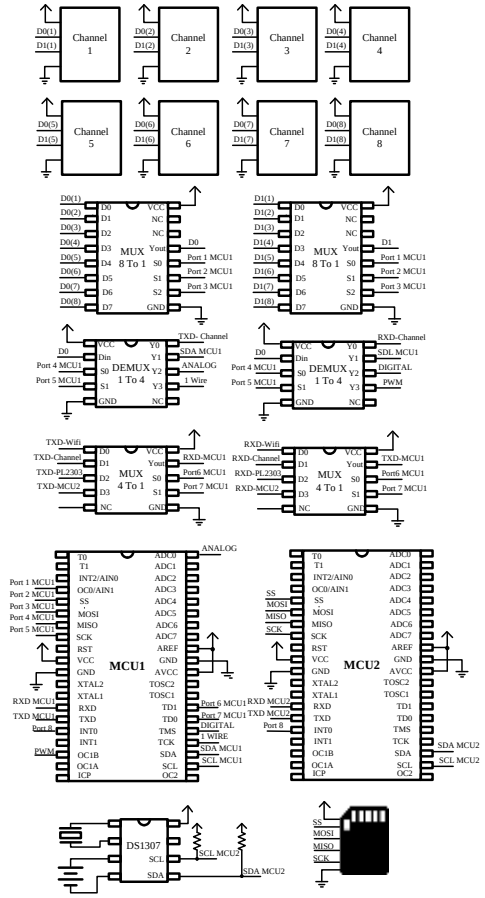
Sistem akuisisi data pada transmisi data kabel dirancang agar mampu menerima beberapa jenis protokol data. Namun pada MCU pertama yang digunakan untuk mengelola proses ini memiliki keterbatasan dalam jumlah port yang mendukung terhadap protokol data tersebut. Setiap port MCU memiliki fungsi yang berbeda-beda, tidak mendukung untuk digunakan dalam menerima seluruh protokol data. Berdasarkan keterbatasan jumlah serta fungsi dari I/O port pada MCU, maka perangkat keras data logger yang dirancang adalah dengan menggunakan metode *multiplexing* pada proses akuisisi data. Berikut ini Gambar 2 menunjukkan dasar dari perangkat data logger.



Gambar 2. Element dasar rangkaian pada perangkat data logger [1]

Multiplexing dilakukan dengan menggunakan 2 buah IC multiplexer 8 to 1, 2 buah IC multiplexer 4 to 1, serta 2 buah IC demultiplexer 1 to 4. Proses akuisisi data pada setiap *channel* dilakukan secara scanning mulai dari *channel* 1 s/d *channel* 8 dengan waktu cuplik yang dapat diset sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pada setiap *channel* terdiri dari dua buah pin data, dimana fungsi dari dua buah pin data tersebut dapat disesuaikan, berdasarkan jenis data masukannya.

Berikut ini Gambar 3, merupakan rancangan perangkat keras dari data logger yang diteliti.



Gambar 3. Perancangan *hardware*

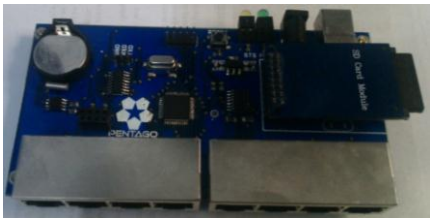
Pada IC multiplexer 8 to 1, masing-masing pin D pada IC tersebut terkoneksi dengan *channel* pin data masukan perangkat. IC mux pertama terkoneksi dengan seluruh pin D0 pada masing-masing channel, dan IC mux kedua terkoneksi dengan seluruh pin D1 pada masing-masing channel. Fungsi dari IC tersebut adalah mengelola proses scanning data, sehingga proses akuisisi data dilakukan secara satu persatu terhadap masing-masing perangkat. Proses scanning data dilakukan dengan mengendalikan keluaran data pada Port 1, Port 2 dan Port 3 MCU pertama yang telah terkoneksi dengan saluran select pada kedua IC mux tersebut.

Pin Y_{out} pada kedua IC mux 8 to 1 selanjutnya terkoneksi dengan pin D_{in} pada masing-masing IC demultiplexer 1 to 4. Penggunaan IC demux 1 to 4 berfungsi untuk menyalurkan data dari masing-masing *channel* input agar menuju port MCU pertama yang sesuai jenis format datanya. Pada masing-masing pin Y IC Demux, terkoneksi dengan sebuah port analog, UART, I2C serta 1 Wire yang dimiliki MCU pertama.

Komunikasi UART merupakan protokol data penting yang digunakan pada perangkat ini. Proses komunikasi

data antara MCU pertama dengan perangkat lainnya, seperti MCU kedua, *personal computer* (PC), perangkat sensor dengan media *transmisi* kabel (format data UART), serta perangkat sensor dengan media transmisi data nirkabel (format data wifi) akan diproses melalui protokol data ini. PC dapat di integrasikan pada perangkat ini untuk membantu dalam proses *setting* perangkat serta menampilkan data hasil pengukuran yang akan disimpan pada perangkat. Keterbatasan jumlah pin UART yang dimiliki oleh setiap MCU yang pada umumnya hanya memiliki sebuah pin TXD dan RXD saja, mengakibatkan perlu menambahkan 2 buah IC mux 4 to 1.

Media penyimpanan data logger menggunakan sebuah perangkat yang terintegrasi pada MCU kedua, melalui transmisi SPI. Selain itu, MCU kedua bekerja dalam mengatur waktu cuplik data yang dilakukan oleh MCU pertama, melalui perangkat *Real Time Clock* (RTC) yang terintegrasi pada MCU kedua. Berikut ini Gambar 4, realisasi dari perangkat data logger yang telah dirancang.

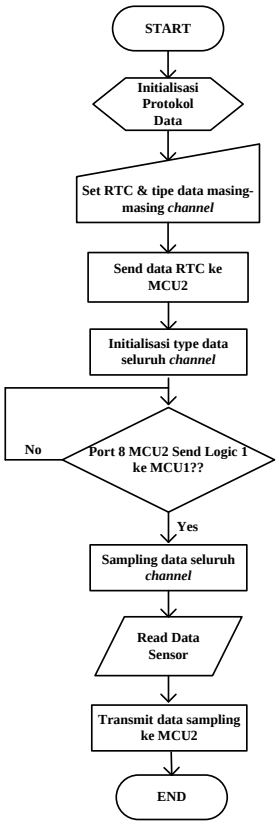


Gambar 4. Realisasi perangkat data logger

Berdasarkan hasil perancangan pada Gambar 3 dan perangkat yang telah direalisasikan di Gambar 4, menggunakan beberapa komponen utama, diantaranya ATMega32 sebagai MCU pertama, ATMega8 sebagai MCU kedua. Pada IC mux/demux, digunakan IC 744051 dan 744052 yang dapat berfungsi sebagai multiplexer maupun sebagai demultiplexer.

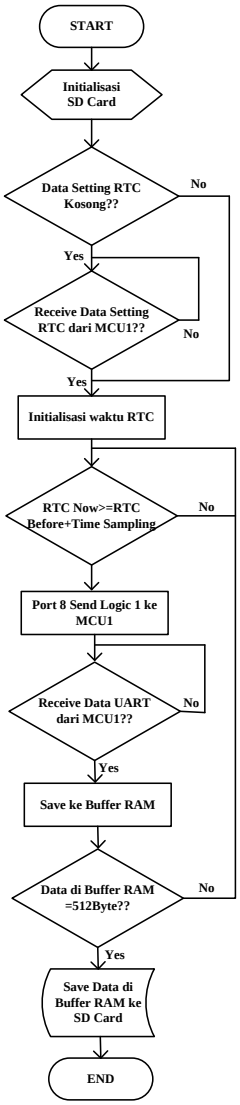
PERANGKAT LUNAK

Pada perangkat lunak/software, terdapat 2 buah MCU yang diprogram. Berikut ini Gambar 5, menunjukkan *flowchart* program dari MCU pertama yang digunakan.



Gambar 5. *Flowchart* pada MCU pertama

Berdasarkan Gambar 5, tampak bahwa MCU pertama akan melakukan proses *setting* terhadap waktu serta tipe data masukan pada setiap *channel*. Selanjutnya MCU baru melakukan proses akuisisi data. Hasil dari akuisisi data tersebut, selanjutnya akan ditransmisikan menuju MCU kedua. Berikut ini Gambar 6, proses pengolahan data yang terjadi di MCU kedua.

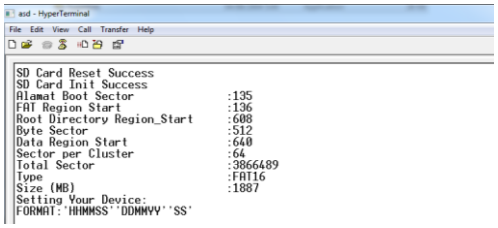


Gambar 6. *Flowchart* pada MCU kedua

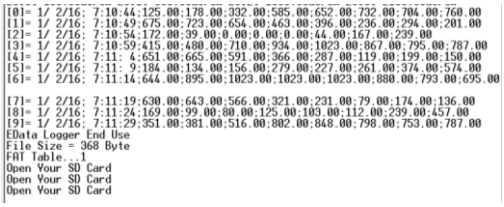
Berdasarkan Gambar 6, tampak bahwa proses penyimpanan data hasil akuisisi MCU pertama akan disimpan pada *buffer* RAM di MCU kedua. Proses penyimpanan data sementara dilakukan sampai dengan jumlah data sebesar 512Byte. Setelah data tersebut sebesar 512Byte, selanjutnya akan di alihkan ke penyimpanan data berupa micro SD. Proses penyimpanan data dilakukan setiap 512Byte, hal ini dikarenakan setiap *sector* pada media penyimpanan data yang digunakan terdiri dari 512Byte.

DATA PENGAMATAN

Proses pengamatan yang dilakukan pada perangkat data logger adalah terdiri dari 3 tahap. Tahap pertama adalah melakukan proses akuisisi data dengan jenis protokol data masukan di-*set* sama pada setiap *channel*-nya. Data masukan yang dihasilkan dari setiap *channel* adalah berupa data *dummy* yang formatnya telah disesuaikan dengan masing-masing protokol data. Keluaran data di setiap *channel* di-*set* memiliki panjang data sama, dan ditransmisikan secara periodik. Proses pengamatan dilakukan dengan cara mengamati data masukan yang disimpan, melalui perangkat PC, dengan tampilan data tampak seperti pada Gambar 7 dan 8 berikut ini.



Gambar 7. Status informasi dari micro SD



Gambar 8. Data yang disimpan di micro SD

Pengamatan dilakukan setiap 1 detik untuk proses akuisisi data yang dilakukan. Hal ini berkaitan dengan kemampuan dari RTC yang digunakan adalah mampu memberikan informasi waktu terkecilnya dalam satuan detik. Lamanya pengamatan yang dilakukan pada masing-masing jenis protokol data yang diamati adalah selama 1 menit. Berikut ini Tabel 1, yang merupakan hasil pengamatan pada tahap 1.

Tabel 1. Data Pengamatan akuisisi data

Format Data	Data Masukan							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Analog	√	√	√	√	√	√	√	√
Digital	√	√	√	√	√	√	√	√
UART	√	√	√	√	√	√	√	√
I2C	√	√	√	√	√	√	√	√
1 Wire	√	√	√	√	√	√	√	√

Berdasarkan data pada Tabel 1, menunjukkan bahwa seluruh format data dapat diterima oleh perangkat data logger. Hal ini menunjukkan bahwa metode *multiplexing* yang digunakan telah sesuai. Pada tahap dua proses pengamatan, dilakukan dengan cara menerima data *dummy* yang telah di-*set* panjang datanya dengan berbeda-beda. Berikut ini Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5 yang menunjukkan hasil pengujian pada masing-masing protokol data.

Tabel 2. Data pengamatan pada data Analog

Panjang Data	Data Masukan							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
8 bit	√	√	√	√	√	√	√	√
10 bit	√	√	√	√	√	√	√	√

Tabel 3. Data pengamatan pada data UART pada Baudrate 9600

Panjang Data	Data Masukan							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
3 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
6 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
9 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
12Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
15Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
18 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
21 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
24 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
27 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
30 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
31 Byte	√	√	√	√	√	√	√	x
32 Byte	√	√	√	√	√	√	√	x
33 Byte	√	√	√	√	√	√	√	x
36 Byte	√	√	√	√	√	√	x	x
39 Byte	√	√	√	√	√	√	x	x

Tabel 4. Data pengamatan pada data I2C

Panjang Data	Data Masukan							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
3 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
6 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
9 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
12Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
15Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
18 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
21 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
24 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
27 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
30 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
33 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
36 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
39 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
40 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
41 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
42 Byte	√	√	√	√	√	√	√	x
45 Byte	√	√	√	√	√	√	√	x
48 Byte	√	√	√	√	√	√	√	x

Tabel 5. Data pengamatan pada data 1 Wire

Panjang Data	Data Masukan							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
1 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
2 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
3 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
4Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
5 Byte	√	√	√	√	√	√	√	x
6 Byte	√	√	√	√	√	√	√	x

Berdasarkan data pengamatan di Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5, menunjukkan bahwa setiap protokol data yang digunakan memiliki kecepatan menerima data yang berbeda-beda. Pada tahap ketiga pengamatan pada proses akuisisi data dengan menggunakan metode multiplexing, dilakukan dengan cara mengkombinasikan empat buah jenis data keluaran yang berbeda-beda di setiap *channel* perangkat data logger. Pada *channel* 1 dan 2 di perangkat di-*set* untuk dapat menerima data analog. Pada *channel* 3 dan 4 di-*set* untuk dapat menerima data UART. Data I2C dapat diterima pada *channel* 5 dan 6, dan *channel* 7 dan 8 di-*set* untuk menerima data 1 Wire. Berikut ini tabel 6, yang menunjukkan data hasil pengamatan tahap ketiga.

Tabel 6. Data pengamatan pada kombinasi format data

Panjang Data	Data Masukan							
	Analog		UART		I2C		1 Wire	
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
1 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
2 Byte	√	√	√	√	√	√	√	√
3 Byte	√	√	√	√	√	√	√	x
4 Byte	√	√	√	√	√	√	√	x

KESIMPULAN

Implementasi metode *multiplexing* untuk digunakan pada perangkat data logger telah bekerja sesuai (Tabel 1), namun tetap memiliki beberapa keterbatasan, diantaranya terhadap panjang data yang diterima oleh perangkat yang besarnya data yang diterima dipengaruhi oleh waktu cuplik. Hal ini ditunjukkan berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan pada Tabel 2, Tabel 3 , Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

Pada proses pengujian tahap dua, tampak bahwa setiap format data masukan memiliki panjang data yang berbeda-beda, hal ini terkait pada kecepatan proses data dari masing-masing protokol data yang digunakan adalah berbeda-beda.

Pada protokol data 1 Wire memiliki panjang data yang mampu diterima lebih sedikit dari protokol lainnya, hal ini tidak sesuai dengan kecepatan transmisi data yang dimilikinya yang mampu mencapai 16,3Kbps, jika dibandingkan dengan protokol UART pada baud rate 9600. Hal ini terjadi karena protokol data tersebut relative lebih kompleks jika dibandingkan protokol lainnya, sehingga memerlukan waktu proses yang lebih.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Glenis Moore, "*Data Logger Modern Recorders"*, IET Jurnals & Magazines, 1986, Vol.32, pp.132-136

[2] Febrian Hadiatna, Hilwadi Hindersah, Desta Yolanda, and M. Agus Triawan, "Design and Implementation of Data Logger Using Lossless Data Compression Method for Internet of Things", Proc. of the IEEE Int. Conference on System Engineering and Technology (ICSET),2016, vol.6,

[3] H. Erdem, *Design and Implementation of Data Logger for Fuzzy Logic Controller*, Proc. of the IEEE Int. Conference on ICIT'02 on Industrial Technology, Vol.1, 2002, pp.199-204

[4] N. N. Mahzan, A. M. Omar, S. Z. Mohammad Noor, M. Z. Mohd Rodzi, Design of Data Logger with Multiple SD Cards, Proc. of the IEEE Int. Conference on Clean Energy and Technology (CEAT), 2013, pp. 175-180

[5] Oka Mahendra, Djohar Syamsi, *Design of a Dual-microcontroller Scheme to Overcome The Freeze Problem for a Smart Data Logger,* 2014 2nd Conference ICoICT, 2014, pp.314-3