

MONITORING SUHU RUANGAN DENGAN SISTEM TERDISTRIBUSI BERBASIS MIKROKONTROLER

Rahim Siregar¹, Thomas Sri Widodo², Indah Soesanti²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FT UGM

²Dosen Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FT UGM

Abstrak

Makalah ini membahas monitoring suhu ruangan dengan sistem terdistribusi berbasis mikrokontroler. Monitoring yang dirancang terdiri atas satu unit modul pusat (mikrokontroler master) yang berfungsi sebagai pengendali komunikasi untuk keseluruhan sistem dan dua unit modul cabang (mikrokontroler slave) sebagai simulasi pengendali yang terletak pada dua tempat (ruangan) yang berbeda. RS485 digunakan sebagai penghubung komunikasi antar mikrokontroler master-slave menggunakan transmisi saluran ganda dua kabel dengan mode komunikasi half-duplex. Unit slave 1 dan slave 2 bekerja berdasarkan data instruksi yang diperoleh dari jalur komunikasi RS485 yang merupakan data instruksi yang dikirimkan oleh unit master. LM35DZ digunakan sebagai sensor untuk mengukur perubahan temperatur ruangan yang selanjutnya data suhu ruangan yang berada pada masing-masing unit slave akan dikirimkan pada unit master dan ditampilkan pada penampil LCD.

Kata kunci: monitoring suhu ruangan, LM35, mikrokontroler master, mikrokontroler slave, RS485

1. Pendahuluan

Pada saat ini sistem monitoring telah banyak digunakan sebagai suatu kemudahan dalam pengendalian kerja peralatan tanpa harus melihat keadaan peralatan yang dikendalikan secara langsung.

Sistem instrumentasi yang berupa akuisisi data telah dipergunakan secara luas dalam suatu proses industri karena merupakan bagian dari proses kontrol. Seringkali didalam suatu proses industri diperlukan pengamatan dan pengaturan yang ditujukan untuk kelancaran dan keberhasilan dalam proses industri atau produksi tersebut.

Sebagai salah satu teknologi yang terus dikembangkan adalah teknologi di bidang pengukuran suhu, sehingga monitoring terhadap perubahan suhu diperlukan dalam hal-hal tertentu. Contohnya, pada suatu gudang penyimpanan sangat penting diperhatikan suhu ruangan penyimpanan tersebut sehingga barang yang berada dalam ruang penyimpanan tetap dalam kondisi baik, dalam kondisi lain seperti pada pada ruang server komputer juga dibutuhkan suhu tertentu agar server tetap dapat bekerja dengan baik.

Saluran transmisi data merupakan media utama sistem pengendalian jarak jauh. Namun masih banyak yang menggunakan isyarat analog

yang sensitif terhadap pengaruh luar yang mengakibatkan turunnya unjuk kerja. Untuk mengatasi masalah itu, telah dirancang piranti dalam bidang instrumentasi untuk kendali yang menggunakan isyarat digital dengan RS485/RS232 dan konsep *master-slave*.

Suatu sistem yang berhubungan dengan pengendalian sering dilengkapi dengan sistem pewaktuan agar sistem tersebut dapat bekerja berdasarkan penjadwalan. Sebagai salah satu contoh piranti pewaktuan yang sering digunakan adalah modul jam digital dengan mikrokontroler sebagai pengendalinya. Sehingga fungsi pokok jam digital yang hanya sebagai penunjuk waktu saja telah beralih menjadi pengendali waktu kerja, yang artinya jam digital bisa diatur sesuai kemauan untuk manajemen waktu.

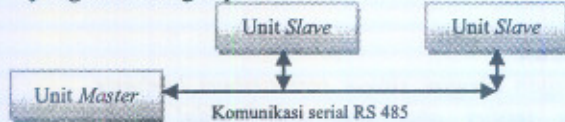
Gambaran inilah yang dirasa sangat tepat untuk membuat suatu simulasi monitoring suhu ruangan yang dapat diatur penggunaannya secara terjadwal dengan kendali terdistribusi. Bukan hanya untuk satu atau dua, namun beberapa pengendalian yang terhubung pada jaringan komunikasi *multidrop* yang merupakan penggabungan dari beberapa unit modul. Penggunaan piranti digital dan konsep *master-slave* sebagai pengendalian memiliki banyak keunggulan, diantaranya mudah dalam penggunaan, pengembangan dan penghematan.

Meski tidak menutup kemungkinan adanya kelemahan pada sistem yang dirancang

2. Perancangan Sistem

Adapun sistem yang dibuat terdiri atas tiga unit modul, satu unit modul pusat (*master*) dan dua unit modul cabang (*slave*).

Diagram blok secara garis besar dari sistem yang dirancang seperti Gambar 1.



Gbr.1 – Diagram blok sistem

Adapun bagian-bagian pendukung dari tiga unit modul tersebut terdiri atas:

1. Piranti modul pusat (*master*)
 - a. Bagian pengendali (mikrokontroler ATmega32)
 - b. Bagian pewaktu (RTC DS1307)
 - c. Bagian antarmuka MMC/SD Card
 - d. Bagian penampil dan indikator (LCD, LED)
 - e. Rangkaian keypad 4x4
 - f. Rangkaian komunikasi serial RS-485
2. Piranti modul cabang (2 unit modul *slave*)
 - a. Bagian pengendali (mikrokontroler ATmega8)
 - b. Bagian penampil (tujuh-segmen)
 - c. Rangkaian penggerak (*driver*) Relay dan kipas
 - d. Rangkaian pengkondisi sinyal
 - e. Rangkaian komunikasi serial RS-485

Unit *master* dirancang sebagai pengendali komunikasi untuk keseluruhan sistem. Unit *master* yang terdiri atas bagian-bagian pendukung fungsi pengendali, diharapkan mampu melakukan instruksi-instruksi dan pengaturan / pengiriman informasi pada jalur komunikasi serial RS-485. Selanjutnya data yang dikirimkan pada jalur komunikasi serial RS-485 akan diterima oleh seluruh unit *slave* dan menjadi sebuah data masukan yang merupakan data instruksi yang akan dibandingkan dengan data instruksi yang berada pada unit *slave* yang bersesuaian. Pada unit *slave* yang telah menerima dan mengeksekusi instruksi yang sesuai dengan instruksi yang dikirimkan tersebut akan mengirimkan data balikan / data respon kepada unit *master* sebagai indikasi bahwa unit *slave* telah merespon data yang dikirimkan oleh unit *master* melalui jalur komunikasi serial RS-485 yang sama.

2.1 Perancangan Perangkat-Keras Unit Master

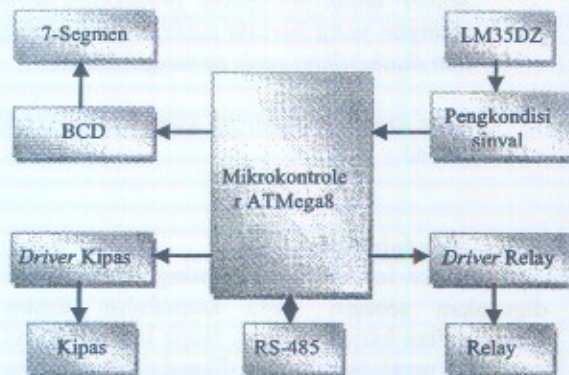
Perangkat-keras yang terdapat pada unit master ini terlihat dalam Gambar 2.



Gbr.2 – Blok perangkat-keras unit master

2.2 Perancangan Perangkat-Keras Unit Master

Unit cabang yang terdiri atas dua unit modul *slave* dirancang memiliki cara kerja yang sama. Perangkat-keras yang terdapat pada unit *slave* ini terlihat dalam Gambar 3.

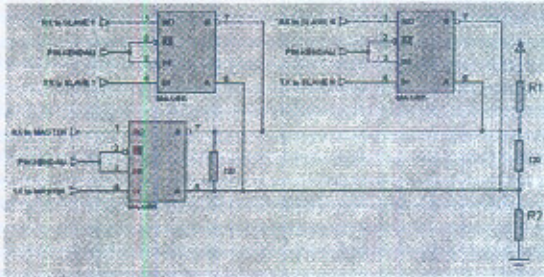


Gbr.3 – Blok perangkat-keras unit slave

2.3 Perancangan Jalur Komunikasi Serial RS-485

Untuk menghemat kabel yang digunakan dalam saluran ganda, maka digunakan saluran *half-duplex* dari saluran ganda tersebut. Saluran *half-duplex* ini hanya memerlukan sepasang kabel untuk menghubungkan banyak *line generator* dan *line receiver* RS-485 menjadi satu, sistem seperti ini disebut sistem komunikasi *multidrop* (*multi-drop/multi-point communication*).

Sistem dua kabel dapat dijelaskan bahwa hanya diperlukan satu IC MAX-485 yang dipasang pada masing-masing mikrokontroler (unit *master* dan unit *slave*). Untuk lebih jelas tentang antarmuka dari komunikasi *multi-drop/multi-point* ini diperlihatkan pada Gambar 4.



Gbr.4 Komunikasi dua kabel RS-485

2.4 Perancangan Perangkat-Lunak

Perancangan perangkat-lunak dibutuhkan agar sistem dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Perancangan perangkat-lunak terdiri atas dua bagian yaitu bagian perancangan perangkat-lunak unit *master* dan perancangan perangkat-lunak unit *slave*.

Pada tahap awal perancangan perangkat-lunak perlu dilakukan perancangan sistem kerja yang diinginkan, sehingga komunikasi antar mikrokontroler unit *master* dan unit *slave* dapat dilakukan berdasarkan syarat komunikasi antar mikrokontroler. Adapun sistem kerja yang dirancang adalah sebagai berikut:

1. Unit *master*

Dirancang agar unit *master* memiliki dua mode kerja, mode penjadwalan dan mode manual. Mode penjadwalan adalah mode kerja dimana unit *master* melakukan pengaturan kerja untuk masing-masing unit *slave* berdasarkan penjadwalan yang telah ditetapkan.

Pada mode kerja manual, unit *master* dapat mengatur kerja unit *slave* 1 dan *slave* 2 secara manual, yaitu bila unit *slave* ingin dioperasikan diluar dari waktu penjadwalan.

Pada unit *master* juga dirancang untuk dapat melakukan pemeriksaan data penjadwalan, data pewaktuan dan *setpoint* yang telah terprogram, yang dilakukan dengan menggunakan *keypad* untuk mengakses menu pilihan yang telah terprogram.

2. Unit *slave*

Dirancang agar unit *slave* 1 dan *slave* 2 bekerja berdasarkan data instruksi yang diperoleh dari jalur komunikasi RS-485 yang merupakan data instruksi yang dikirimkan oleh unit *master*. Untuk unit *slave* penerima yang memiliki nomor sesuai dengan nomor unit *slave* yang dituju oleh unit *master* dapat melaksanakan instruksi dan mengirim data balikan pada unit *master*.

3. Protokol komunikasi data

Untuk komunikasi antar mikrokontroler, protokol dapat dirancang sesuai keinginan, selama pengguna memahami protokol tersebut dan antar unit *master* dan unit *slave* telah terjadi kesepakatan protokol komunikasi data. Protokol

bisa mencakup panjang data, jenis transfer data, *Command komunikasi*, *Operational Code* dan sebagainya.

Dengan menggunakan jalur komunikasi serial RS-485 dapat diketahui bahwa komunikasi antar mikrokontroler unit *master* dan unit *slave* menggunakan komunikasi UART sehingga telah memiliki standar yang telah ditentukan. Format yang digunakan sebagai tanda serah terima dan pergantian fungsi adalah dengan format ASCII.

3. Pengujian dan Hasil Pengamatan

Berdasarkan perancangan sistem, maka dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibuat. Pengujian akan dilakukan pada beberapa bagian pada sistem. Pada pengujian ini dilakukan dua macam pengujian, yaitu pengujian fungsional dan pengujian kinerja sistem secara keseluruhan. Hasil pengujian dapat dimanfaatkan untuk menyempurnakan kinerja sistem dan dapat digunakan dalam pengembangan selanjutnya.

3.1 Pengujian Fungsional

Oleh karena sistem yang dibuat terdiri atas tiga unit modul yang terdiri atas satu unit modul pusat (*master*) dan dua unit modul cabang (*slave*), maka pengujian fungsional dilakukan pada masing-masing unit.

1. Pengujian unit *master*

Pada pengujian unit *master* ini dilakukan pengujian pada bagian-bagian pendukung unit *master* yang meliputi: pengujian fungsi *keypad*, pengujian pewaktuan RTC DS1307, dan pengujian *copy* data MMC ke EEPROM.

2. Pengujian unit *slave*

Pengujian pada unit *slave* meliputi: pengujian LM35, pengujian pengkondisi sinyal, pengujian komunikasi RS-485, pengujian pada pengiriman dan penerimaan data.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor suhu LM35DZ

Suhu (°C)	Tegangan Keluaran (volt)		Error (mvolt)
	Teori	Pengukuran	
27	0,27	0,272	2
28	0,28	0,283	3
29	0,29	0,293	3
30	0,30	0,304	4
31	0,31	0,313	3
32	0,32	0,324	4
33	0,33	0,332	2
34	0,34	0,343	3
35	0,35	0,353	3

Gambar 5 adalah grafik hasil pengukuran yang dibandingkan dengan hasil perhitungan secara teori pada tegangan keluaran dari sensor LM35.



Gbr.5 Grafik perbandingan tegangan keluaran pada LM35

Untuk melakukan konversi besaran analog ke dalam besaran digital diperlukan piranti ADC (Analog to Digital Converter). Mikrokontroler ATmega 8 dilengkapi dengan ADC internal 10-bit yang menggunakan referensi 5V, karena lebar data yang digunakan adalah 10-bit, sehingga besar tegangan setiap kenaikan 1 bit adalah

$$resolusi_ADC = \frac{5V}{1024} = 4,88mV / bit \quad (1)$$

Dari hasil pengujian sensor suhu LM35DZ dapat diketahui resolusi dari pengukuran ini dengan menggunakan rumus berikut:

$$resolusi = \frac{35^{\circ}C - 20^{\circ}C}{2^{10}} = \frac{15}{1024} = 0,0146^{\circ}C \quad (2)$$

Hasil konversi ADC selanjutnya diubah ke dalam bentuk tampilan data suhu yang dilakukan secara pemrograman dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Suhu = Data_ADC \times 0,0146 + 20^{\circ}C \quad (3)$$

Pengujian keseluruhan sensor suhu dilakukan dengan menempatkan sensor LM35 dan thermometer dalam plant suhu yang sama kemudian membandingkan antara suhu yang tertampil pada tujuh-segmen terhadap penunjukan suhu pada thermometer.

Tabel 2. Hasil pengujian pembacaan suhu dan tampilan pada tujuh-segmen

Suhu Thermometer (°C)	Tampilan tujuh-segmen	Error (°C)
27	27,3	0,3
28	28,2	0,2
29	29,3	0,3
30	30,3	0,3
31	31,2	0,2
32	32,2	0,2
33	33,4	0,4
34	34,3	0,3
$\Sigma error$		2,2

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa alat dapat mengukur suhu yang hampir sesuai dengan thermometer tetapi membutuhkan waktu yang lebih cepat untuk mencapai titik tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa respon sensor suhu (LM35) lebih cepat dibanding thermometer. Hasil pengujian (Tabel 2) dapat dicari nilai rerata error pembacaan suhu sebesar 0,27 °C. Rerata error ini didapat dengan menjumlahkan semua nilai error dari setiap pengujian dibagi jumlah pengujian. Secara rumus adalah sebagai berikut:

$$\bar{x}_{error} = \frac{\Sigma error}{jumlah_pengujian} = \frac{2,2^{\circ}C}{8} = 0,27^{\circ}C \quad (4)$$

3.2 Pengujian Kinerja Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian kinerja sistem secara keseluruhan dapat dilakukan dengan dua mode kerja yang berbeda, yaitu mode penjadwalan dan mode manual

1. Pengujian mode penjadwalan

Pada mode penjadwalan ini unit *master* akan mengirimkan instruksi untuk mengaktifkan / menonaktifkan unit *slave* sesuai dengan jadwal *on/off* unit *slave* yang tersimpan. Setelah unit *master* mengirimkan instruksi ke jalur komunikasi RS-485, selanjutnya untuk unit *slave* yang dituju memberikan respon terhadap instruksi yang diberikan. Bila tidak terdapat respon dari unit *slave* yang dituju, maka unit *master* akan menyalakan LED indikator yang menyatakan bahwa tidak terdapat data respon yang dikirimkan dari unit *slave*.

2. Pengujian mode manual

Pengujian secara manual dilakukan dengan cara penekanan *keypad* yang memiliki fungsi masing-masing sesuai dengan posisi menu pilihan yang ditampilkan pada baris pertama LCD. Tabel

3 adalah hasil pengujian secara keseluruhan dengan mode kerja manual.

Tabel 3. Hasil pengujian mode manual

Penekanan keypad	kondisi		Indikator			
	slave 1	slave 2	LED 1	LED 2	LED 3	LED 4
	on	off	off	on	off	off
	off	off	off	off	off	off
	off	on	off	off	on	off
	off	off	off	off	off	off

LED indikator 1 dan 4 akan menyala bila unit *master* tidak mendapat data respon dari unit *slave* setelah unit *master* mengirimkan data instruksi pada jalur komunikasi.

Pada mode kerja manual terdapat subrutin untuk menampilkan data suhu masing-masing unit *slave* pada LCD unit *master*.

Pada pengujian ini dilakukan pengamatan pada keakuratan data suhu yang dikirim dengan cara membandingkan tampilan suhu pada penampil yang berada pada masing-masing unit *slave* dengan data suhu yang tertampil pada LCD unit *master*.

Pada Tabel 4 merupakan hasil pengujian pengiriman data suhu dari unit *slave* 1 dan 2 dan ditampilkan pada LCD unit *master*.

Tabel 4. Hasil pengujian pengiriman data suhu

Tampilan tujuh-segmen pada masing-masing <i>slave</i> (°C)		Tampilan LCD pada unit <i>master</i> (°C)	
Slave 1	Slave 2	Slave 1	Slave 2
28,8	28,8	28,8	28,8
29,4	29,7	29,4	29,7
30,2	30,5	30,2	30,5
31,1	31,8	31,1	31,8
32,7	32,4	32,7	32,4
33,6	33,7	33,6	33,7
34,2	34,4	34,2	34,4
34,9	35,0	34,9	35,0

4. Kesimpulan

Monitoring suhu ruangan yang dirancang dengan konsep *master-slave* dapat dilakukan

antar mikrokontroler yang terdiri atas mikrokontroler unit pusat (*master*) dan beberapa mikrokontroler cabang (*slave*) yang dapat berkomunikasi secara serial melalui jalur komunikasi secara bergantian (*half-duplex*) yang diatur oleh mikrokontroler *master*.

Penggunaan komunikasi serial RS-485 pada mikrokontroler cukup efektif dan efisien dalam membangun sistem monitoring karena RS-485 dapat terhubung pada jalur komunikasi yang telah ada sebelumnya dengan akses multipoint yang hanya membutuhkan koneksi 2 kabel.

Setelah dilakukan pengujian secara keseluruhan, monitoring suhu ruangan dengan sistem terdistribusi berbasis mikrokontroler yang dirancang dapat melakukan pengendalian secara penjadwalan sesuai dengan data penjadwalan yang dapat diubah pewartuannya oleh pengguna. Pengendalian juga dapat dilakukan secara manual melalui keypad yang berada pada unit *master* sehingga sistem dapat bekerja lebih fleksibel sesuai dengan fungsi-fungsinya.

5. Referensi

- [1] Atmel. 2005. 'ATMEGA8' <http://www.atmel.com>
- [2] Atmel. 2006. 'ATMEGA32' <http://www.atmel.com>
- [3] Bzijstra. 2007. 'Ben's hobby corner' <http://members.home.nl/bzijlstra/>
- [4] Maxim. 2008. 'DS1307' <http://datasheets.maxim-ic.com>
- [6] Maxim. 2008. 'MAX485' <http://datasheets.maxim-ic.com>
- [7] Mcs Electronics. 2008. 'MMC/SD Card' <http://www.mcselec.com/forum>
- [8] Mcs Electronics. 2007. 'Bascom AVR 1.11.8.8 help reference' <http://www.mcselec.com>
- [9] Payztronics. 2009. 'kauc-komunikasi antar mikrokontroler' <http://payztronics.blogspot.com>
- [10] Setiawan, Rachmad. 2006. "Mikrokontroler MCS-51". Graha Ilmu : Yogyakarta
- [11] Voegel, Josef Frans. 2008. 'AVR DOS File System' <http://members.aon.at/voegel>