



RANCANGAN SISTEM MONITOR LINGKUNGAN DENGAN TEKNIK MULTI MIKROKONTROLER

A. Rifai, Benar Bukit, Usep. S

PRPN BATAN, Kawasan PUSPIPEK, Gedung 71, Tangerang Selatan, 15310

ABSTRAK

RANCANGAN SISTEM MONITOR LINGKUNGAN DENGAN TEKNIK MULTI MIKROKONTROLER. Telah dirancang sistem monitor radiasi lingkungan yang dapat melakukan pengukuran laju dosis radiasi, kecepatan dan arah angin. Agar diperoleh rancangan modular yang mudah dikembangkan dan dikelola baik dari segi perangkat keras dan lunak, maka beberapa mikrokontroler dihubungkan satu sama lainnya melalui jaringan master-slave sederhana I2C. Jaringan ini sudah tersedia pada banyak mikrokontroler dan juga tidak memerlukan rangkaian tambahan, sehingga biayanya sangat murah. Setiap mikrokontroler slave dikhususkan untuk membaca satu sensor atau lebih dan kemudian menyediakan data pengukuran pada jaringan. Mikrokontroler master akan mengumpulkan data dari slavenya untuk pengolahan dan penyimpanan data lebih lanjut.

Kata kunci: monitor radiasi, I2C, mikrokontroler

ABSTRACT.

DESIGN OF ENVIRONMENTAL RADIATION MONITOR USING MULTI MICROCONTROLLER. A microcontroller based environmental radiation monitor has been designed. The system will measure dose rate radiation, wind speed and direction. In order to achieve an easily maintainable and expandable modular design in both hardware and software, several microcontrollers are interconnected together in a simple master-slave I2C network. This network hardware is readily available in many low-cost microcontroller and requires no additional circuitry. Each slave microcontroller is dedicated to measure one of more physical variables from sensors and makes the measurement data available on the network. The master device will collect the data from its slaves for further storage and processing.

Keywords: radiation monitor, I2C, microcontroller

1. PENDAHULUAN

Sistem monitor radiasi lingkungan merupakan sistem instrumentasi yang melakukan pembacaan beberapa sensor pada suatu titik pengukuran secara bersamaan. Besaran fisik yang diukur antara lain: laju dosis radiasi, arah dan kecepatan angin, temperatur, kelembaban, dlsb. Jenis dan sifat listrik sinyal yang dihasilkan dari sensor dapat berbentuk pulsa tegangan, tegangan analog atau dalam bentuk lain sehingga diperlukan rangkaian elektronik yang tepat untuk mengolah sinyal tersebut terlebih dahulu sebelum dikirim lebih lanjut ke sistem pengolahan dan penyimpanan data. Pembacaan dan



pengolahan sinyal dari sensor tersebut biasanya dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler. Akan tetapi, karena terbatasnya fitur atau sumberdayanya, pembacaan dan pengolahan sinyal tidak dapat dilakukan dengan sebuah mikrokontroler. Keterbatasan ini misalnya: sebuah mikrokontroler yang umumnya tersedia di pasaran tidak memiliki jumlah pewaktu atau pencacah (timer/counter) yang cukup untuk dipakai dalam mengukur laju dosis dan kecepatan angin secara bersamaan.

Dengan demikian diperlukan beberapa mikrokontroler yang dikonfigurasi dan diatur agar masing-masing dapat mengukur besaran fisik yang diperlukan, tetapi hasil pengolahannya dapat dikoordinasikan oleh mikrokontroler lainnya yang berfungsi sebagai pengumpul data. Pengumpul data ini selanjutnya melalui komunikasi serial berhubungan dengan sistem pengolahan dan penyimpanan data untuk tujuan penayangan dan analisis yang diinginkan. Dari segi rancangan perangkat keras maupun pembuatan dan modifikasi perangkat lunak, sistem dengan menggunakan multimikrokontroler ini dapat dibuat modular, sehingga kita dapat menambahkan sensor baru tanpa banyak mengubah desain yang telah ada.

Dalam makalah ini akan disajikan suatu rancangan sistem pemantauan radiasi lingkungan yang mampu mengukur beberapa besaran dengan menggunakan teknik multi mikrokontroler.

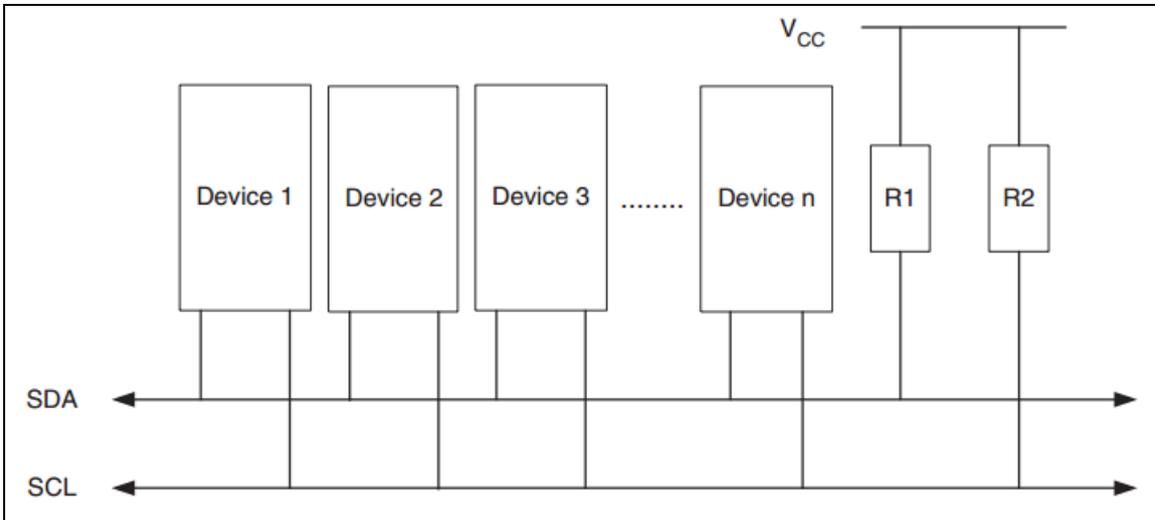
2. TEORI

Untuk mewujudkan suatu sistem berbasis mikrokontroler dapat bertukar data dan berhubungan satu samalainnya, maka diperlukan sebuah protokol perangkat keras komunikasi. Protokol komunikasi yang tersedia antara lain *Ethernet (TCP/IP)*, *CAN*, *HART*, *Profibus*, *I2C*, dll. Tidak semua protokol tersebut dapat dengan mudah diimplementasikan pada kebanyakan mikrokontroler, karena perlu periferil khusus atau ada yang memerlukan data overhead yang tidak efisien dipenuhi pada mikrokontroler tersebut. Protokol komunikasi I2C (dinamai juga TWI - *Two Wire Interface*) praktis sudah tersedia di kebanyakan mikrokontroler tanpa memerlukan rangkaian khusus. Oleh karenanya akan dipergunakan dalam rancangan ini. Gambar satu memperlihatkan interkoneksi beberapa mikrokontroler yang terhubung dengan protokol I2C. Protokol ini menggunakan sinyal TTL 5V dan terdiri dua kabel SDA (data) dan SCL (clock).

Topologi jaringan bus dipakai pada interkoneksi tersebut. Walaupun I2C mendukung multimaster, tetapi dalam rancangan ini dipergunakan konfigurasi master-slave. Master mengatur pembacaan dari slave dan penulisan data terhadap slave. Lebih



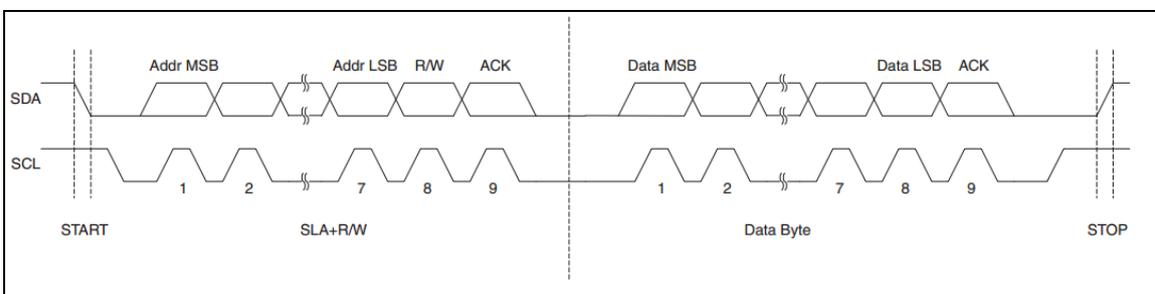
dari satu slave dapat terhubung ke master dan tiap slave diberi identitas alamat masing-masing untuk membedakan satu dengan lainnya.



Gambar 1: Jaringan I2C

SDA dan SCL dibentuk dari keluaran *open drain* atau *open collector*, karena itu membutuhkan resistor pullup. Dalam keadaan tidak dipergunakan jalur ini harus dalam kondisi tristate.

Master akan mengawali transmisi data dengan mengeluarkan sinyal START dan nantinya akan diakhiri dengan sinyal STOP. Di antara dua sinyal ini terdapat sinyal ADDRESS dan boleh diikuti dengan sinyal DATA. Gambar 2 menunjukkan bagaimana satu frame tipikal untuk satu sesi transmisi.



Gambar 2: Format data I2C



Dalam gambar 2, master mengirimkan sinyal START, kemudian alamat slave yang akan dituju (7 bit), kemudian sinyal R/W yang menandai apakah akan membaca (HIGH) atau menulis (LOW) ke slave. Jika slave yang dituju berhasil dicapai, maka slave akan memberikan sinyal ACK (acknowledge). Terhadap adanya sinyal ACK, master selanjutnya akan mengirim atau menerima data byte (dapat lebih dari satu byte). Pada setiap transmisi data selalu diikuti juga dengan sinyal ACK. Jika data sudah komplit ditransmisikan, maka master akan menutup sesi transmisi dengan memberikan sinyal STOP.

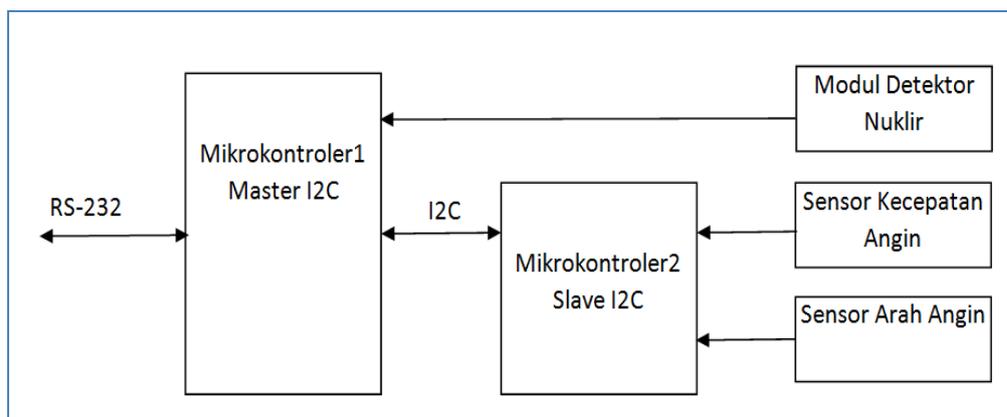
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rancangan sistem monitor lingkungan

Sistem monitoring radiasi lingkungan yang akan mengukur besaran - besaran berikut

- dosis radiasi dalam cacah per detik (keluaran detektor nuklir berupa pulsa)
- arah angin (keluaran sensor potensiometer berupa tegangan analog)
- kecepatan angin dalam km per jam (keluaran sensor berupa pulsa)

Implementasi untuk sistem pengukuran demikian dapat dilakukan cukup dengan mempergunakan dua mikrokontroler, yaitu satu master I2C yang melakukan pengukuran dosis radiasi dan sekaligus melakukan komunikasi serial RS-232/RS-485 ke komputer pengolahan dan penyimpanan data. Mikrokontroler lainnya sebagai slave I2C melakukan pengukuran kecepatan dan arah angin. Secara diagram blok rancangan ini diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3: Diagram blok sistem monitor radiasi



3.2. Rancangan perangkat lunak

Karena akan dipergunakan sebagai master I2C, maka mikrokontroler1 harus diprogram sehingga dapat menjalankan fungsinya untuk mengatur komunikasi I2C. Dalam hal ini, dari sisi protokol I2C, mikrokontroler ini akan difungsikan sebagai master receiver (MR). Berikut ini adalah langkah yang diperlukan:

Inisialisasi periferal I2C pada mikrokontroler1, meliputi:

- Konfigurasi sebagai Master Receiver (MR):
- Mengatur kecepatan transmisi data. I2C dioperasikan pada kecepatan transfer 400 kHz

Membaca data: Ini dilakukan dengan mengirim sinyal START, ADDRESS, RW, membaca data, dan mengirim sinyal STOP untuk mengakhiri sesi pembacaan data yang dikirim dari slave. Membaca data dapat dilakukan secara periodik karena terjadinya event yang dibangkitkan pewaktu (timer).

```
void Baca_Data(void)
{
  char data;
  // Kirim sinyal START dan sinyal RW=READ
  i2c_start(Mikrokontroler2,TW_READ);
  // Baca arah angin (satu byte) dan kirim sinyal ACK
  i2c_read(&data,ACK);
  arah_angin=data;
  // baca kecepatan angin (satu byte)
  // dan kirim sinyal NACK karena ini byte //terakhir
  i2c_read(&data,NACK);
  kecepatan_angin=data;
  //Kirim sinyal STOP
  i2c_stop();
}
```

Gambar 4: Algoritma pembacaan data oleh mater

Pada sisi slave, mikrokontroler2 difungsikan dalam mode Slave Transmitter (ST). Langkah yang diperlukan untuk ini adalah:

Inisialisasi periferal I2C pada mikrokontroler2, meliputi:

- Konfigurasi sebagai Slave Transmitter (ST):
- Menetapkan alamat (address) sebagai identitas diri
- Mengatur kecepatan transmisi data. I2C dioperasikan pada kecepatan transfer 400 kHz
- Mengaktifkan interup agar dapat memberikan respons berdasarkan event yang terjadi pada jalur I2C



Untuk merespons permintaan master, subrutin interup seperti berikut dapat dipergunakan:

```
ISR(TWI_vect)
{
    static unsigned char i2c_state;

    // Matikan Global Interrupt
    // Baca status I2C
    I2CStatus = TWSR & 0xF8;

    switch case I2CStatus {
        case TW_ST_SLA_ACK: // SLA+R diterima, beri jawab sinyal ACK
            break;
        case TW_SR_SLA_ACK: // SLA+W diterima, beri sinyal ACK
            break;
        case TW_SR_STOP: // stop diterima
            break;
        case TW_ST_DATA_NACK: // Master tidak lagi terima data (NACK diterima)
    }
    // Hidupkan kembali Global Interrupt
}
```

Gambar 5: Algoritma subrutin interup untuk slave

4. KESIMPULAN

Dengan terdianya mikrokontroler yang memiliki kemampuan protokol I2C, kita dapat membuat sistem pemantauan radiasi lingkungan dengan kemampuan modular sehingga dapat dikembangkan untuk pengukuran lainnya tanpa banyak perubahan besar pada desain perangkat keras ataupun perangkat lunak.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. ATmega8A Datasheet , ATMEL Corp., 2011

TANYA JAWAB

Pertanyaan

1. Sensor menggunakan apa? (GUNARWAN PRAYITNO)
2. Bagaimana membedakan input? (GUNARWAN PRAYITNO)
3. Alat ini digunakan untuk mengukur kecepatan angin dan arah angin apakah alat ini bisa dipasang dengan meteo tower dimana alat kontrol dipasang pada ketinggian ± 30 m? (SANDA)



-
4. Mengapa statement kesimpulan disarankan perlu dikembangkan karena potensi penggunaan banyak bertentangan dengan statement tidak bisa diproduksi massal? (BANDI PARAPAK)

Jawaban

1. Detektor yang digunakan GM untuk mengukur gross gamma
Sensor kecepatan angin berupa baling-baling yang mengeluarkan pulsa
Arah angin diperoleh dengan potensiometer
2. Dari alamat yang ada didalam mikrokontroler
3. Alat dipasang pada tower yang cukup tinggi untuk memperoleh pengukuran yang akurat untuk arah dan kecepatan angin.
4. Banyak penggunaan tapi yang bisa diukur variasinya banyak sehingga tidak mungkin diproduksi massal.