

## SISTEM ANIMASI DATA REAKTOR MENGGUNAKAN MIKROKUMPUTER IBM PC SECARA TELEMETRI

Budiono, Didi Gayani, Daud, Sugiri  
Pusat Penelitian Teknik Nuklir - Badan Tenaga Atom Nasional

### ABSTRAK

SISTEM ANIMASI DATA REAKTOR MENGGUNAKAN MIKROKUMPUTER IBM PC SECARA TELEMETRI. Salah satu aplikasi mikrokomputer adalah sebagai pengolah data. Makalah ini membahas sistem animasi data reaktor nuklir menggunakan mikrokomputer IBM PC sebagai pengolah data dengan cara telemetri. Sistem yang dibuat terdiri dari sistem pengirim data dan sistem penerima data menggunakan transmisi gelombang radio. Sistem pengirim data terdiri atas sebuah MPU 6802, RAM, ROM, PIA, ACIA, konverter A/D, FSK modem dan pemancar radio. Sistem penerima data terdiri atas sebuah radio penerima, filter-amplifier, FSK modem, RS 232 C dan mikrokomputer IBM PC. Hasil akhir dalam bentuk data dan grafik reaktor nuklir yang ditampilkan pada display monitor.

### ABSTRACT

One of the microkomputer applications is for data processing. This paper deals with data animation of nuclear reactor system by using IBM PC by using telemetry system. The system consists of data transmitter system and data receiver system by using radio wave transmission. The data transmitter system consists of an MPU 6802, RAM, ROM, PIA, ACIA, A/D, FSK modem and radio transmitter. The data receiver system consists of a radio receiver, filter-amplifier, FSK modem, RS 232 C and IBM PC. The results are displayed on the screen in the form of data and graph.

### PENDAHULUAN

Sejalan dengan pesatnya perkembangan ilmu dan teknologi pada saat ini, teknologi mikroelektronika khususnya bidang mikrokomputer mengalami kemajuan yang pesat pula. Telah kita ketahui bahwa aplikasi mikrokomputer sangat luas serta mencakup hampir semua segi kehidupan manusia. Beberapa bidang yang telah memanfaatkan aplikasi mikrokomputer diantaranya adalah: nuklir, industri, komunikasi, kedokteran, militer dan lain-lain.

Pada penelitian ini telah dirancang dan dibuat suatu program animasi data reaktor nuklir yang menggunakan kit mikrokomputer 6802 D5 Motorola sebagai pengirim data reaktor nuklir (posisi rod, power daya reaktor, temperatur dan lain-lain) dan mikrokomputer IBM PC sebagai penerima data reaktor nuklir. Perlu dijelaskan bahwa dalam percobaan tersebut, data-data reaktor disimulasikan dengan tegangan antara 0 - 5 volt melalui potensiometer. Data-data yang masih dalam bentuk analog diubah menjadi bentuk digital dan oleh kit mikrokomputer 6802 D5 diproses dan ditransmisikan melalui gelombang radio secara telemetri. Data-data tersebut selanjutnya diterima oleh pesawat penerima dan kemudian diproses oleh mikrokomputer IBM PC. Hasilnya ditampil-

kan pada display monitor atau printer dalam bentuk gambar dan data.

### BAHAN DAN TATA KERJA

Sistem telemetri adalah suatu sistem pengukuran yang dilakukan dengan jarak jauh. Pada umumnya sistem telemetri terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: pengirim, transmisi dan penerima. Pada penelitian ini telah dirancang dan dibuat suatu sistem animasi data reaktor nuklir yang menggunakan mikrokomputer IBM PC secara telemetri. Sistem yang dirancang dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian perangkat keras dan bagian perangkat lunak.

#### Perangkat keras

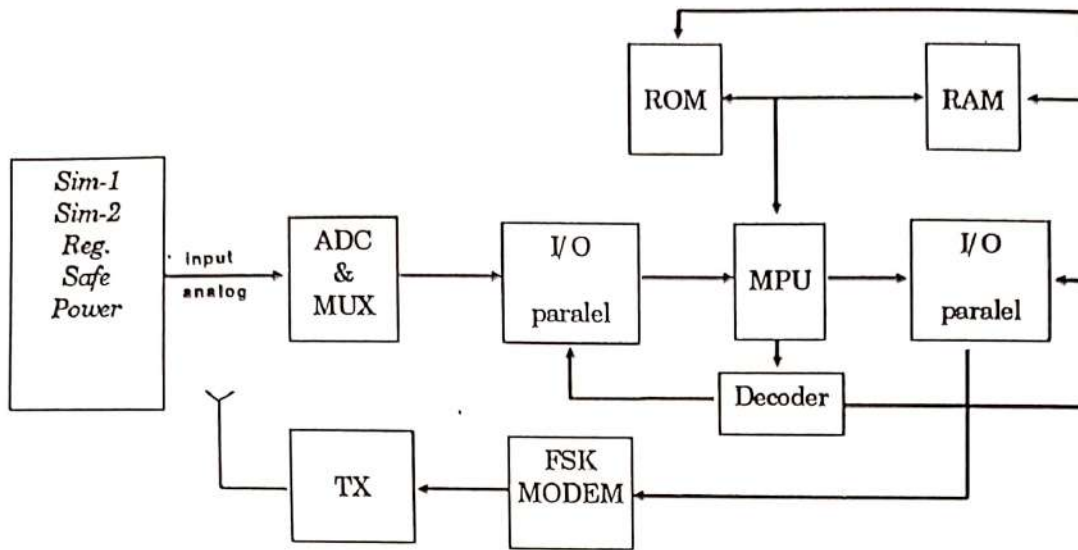
Bagian perangkat keras terdiri atas sistem pengirim data dan sistem penerima data.

#### Sistem pengirim data

Blok diagram sistem pengirim data dirancang seperti pada gambar 1.

#### Keterangan:

- ADC merupakan chip IC 0809 yang dilengkapi dengan multiplexer yang terdiri atas 8 saluran input analog. Fungsi rangkaian ADC adalah memilih saluran data analog dan mengubahnya menjadi data digital 8 bit.



Gambar 1. Blok diagram sistem pengiriman data

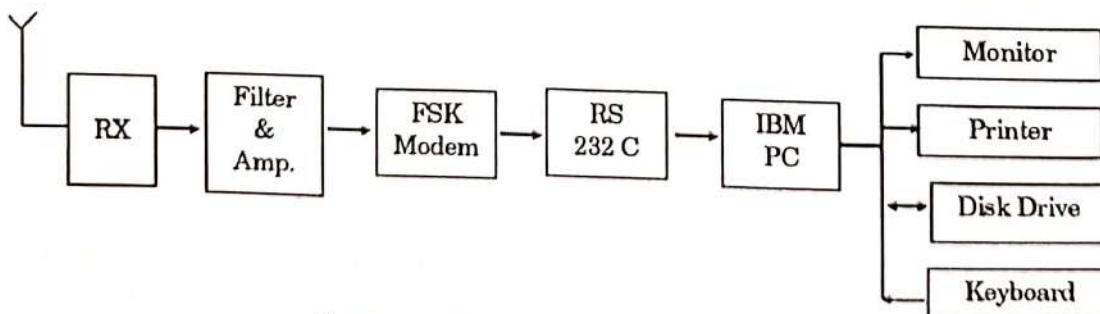
- MPU yang dipergunakan adalah mikroprosesor 6802 Motorola yang dilengkapi dengan ROM, RAM, I/O paralel dan I/O serial. Fungsi dari sistem mikroprosesor ini adalah membaca data I/O paralel dan memrosesnya, kemudian hasilnya dikeluarkan melalui I/O serial.
- FSK Modem yang dipergunakan adalah IC MC 14412 dan beberapa merepresentasikan data input logic "1" menjadi data output dengan frekuensi  $f_1 = 1270$  Hz, dan data input logic "0" menjadi data output dengan frekuensi  $f_2 = 1070$  Hz.
- Tx adalah pesawat pengirim data yang menggunakan gelombang radio FM dengan frekuensi pengirim 152 MHz yang mempunyai daya pancar 2 watt, buatan PT Indotronic Bandung.

*Sistem penerima data*

Blok diagram sistem penerima data yang dirancang dapat dilihat pada gambar 2.

*Keterangan :*

- Rx adalah pesawat penerima data yang menggunakan gelombang radio FM dengan frekuensi penerima 152 MHz, buatan PT Indotronic Bandung.
- Filter dan amplifier adalah rangkaian yang digunakan sebagai band pass filter (dari 1000 Hz sampai 1300 Hz) dan penguat tegangan sampai 5 kali.
- FSK Modem yang dipergunakan adalah IC MC 14412, berfungsi sebagai demodulator, yaitu mengubah data dalam bentuk frekuensi menjadi bentuk digital.
- RS 232 C adalah standar komunikasi untuk serial dengan tegangan integral dari + 3V sampai + 25 V dianggap logic "0", dan tegangan integral dari -3 V sampai - 25 V dianggap logic "1". Dalam hal ini digunakan IC MC 1488 untuk menghubungkan ke IBM PC.
- IBM PC adalah mikrokomputer 16 bit yang menggunakan mikroprosesor 8088. Fungsi dari IBM PC ini adalah membaca data .....

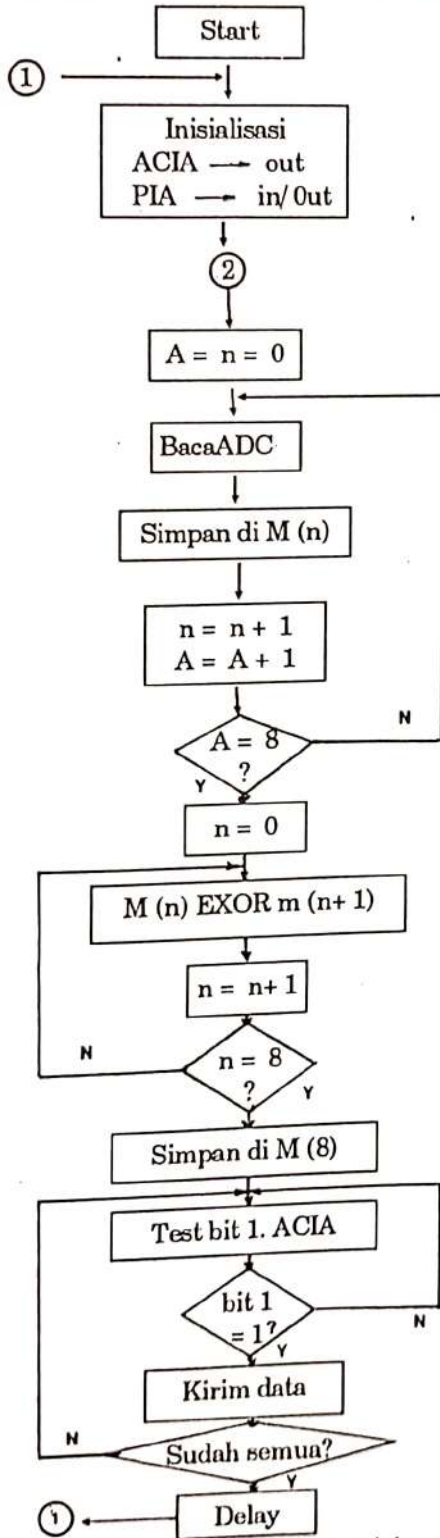


Gambar 2. Blok diagram sistem penerima data

RS 232 C dan memrosesnya, hasilnya ditampilkan pada layar monitor atau printer dalam bentuk data dan gambar reaktor nuklir.

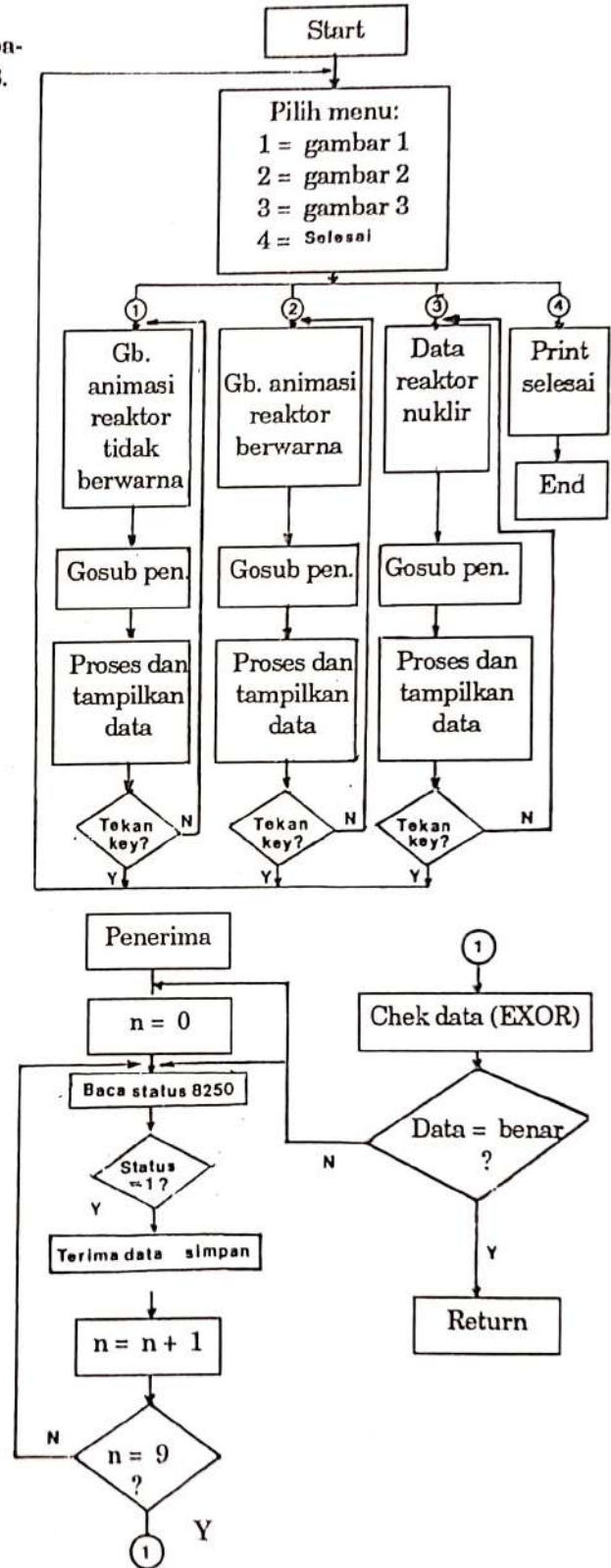
**Perangkat lunak**

Program pengiriman data menggunakan bahasa assembly, dan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir sistem pengiriman data

Sedangkan program penerima data menggunakan bahasa turbo basic, dan dapat dilihat pada gambar 4.



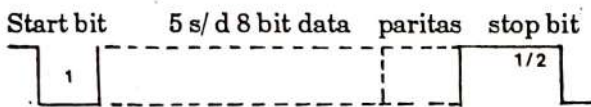
Gambar 4. Diagram alir sistem penerima data

**Komunikasi Data.**

Pada umumnya dapat dilakukan komunikasi data antar komputer, antara komputer dengan terminal atau antara terminal dengan terminal lain, tergantung dari kebutuhan. Data ini dapat dikirimkan melalui saluran telepon ataupun gelombang radio. Dipandang dari cara penerimaan data kita dapat bedakan antar komunikasi sinkron dengan asinkron. Dan pada penelitian ini dipergunakan sistem asinkron.

Data yang dikirimkan menggunakan format data seri, yang diawali dengan *start bit* dan diakhiri *stop bit*.

Bentuk format karakter data asinkron secara umum dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Format karakter data asinkron

Pada penelitian ini format karakternya adalah 8 bit data, 1 bit start, tanpa parity, 1 bit stop dan digunakan baud rate untuk kecepatan transmisi data diset pada 300 bps, baik pada pengirim data maupun penerima data.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kecepatan transfer data antara sistem pengirim data dan sistem penerima data pada dasarnya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

- a. Baudrate, yaitu menentukan berapa banyak data dalam bit/det yang dapat dikirim. Semakin tinggi baudrate, transfer data akan semakin cepat. Karena kemampuan maksimum dari modem yang digunakan 600 bit/det, sehingga dipilih baudrate yang lebih kecil, yaitu 300 bps yang tersedia pada bit mikrokomputer.
- b. Waktu cuplik, yang ditentukan oleh mikroprosesor pada sistem pengirim data, mulai dari data analog yang dicuplik, diolah kemudian dikirimkan.
- c. Kecepatan mengolah data dari sistem penerima sampai penampilannya pada display monitor.

**Pengujian Rangkaian ADC 0809**

Pengujian rangkaian ADC 0809 memberikan berbagai macam level input tegangan pada ADC. Dan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Pada tabel 1, data yang dikirimkan berupa tegangan analog, sedang data yang diterima dalam bentuk desimal.

Tabel 1. Hasil pengujian rangkaian ADC

sal V	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0
0,25	3	3	3	3	3	3	3	3
0,50	13	13	13	13	13	13	13	13
0,75	27	27	27	27	27	27	27	27
1,00	41	41	41	41	41	41	41	41
1,25	56	56	56	56	56	56	56	56
1,50	71	71	71	71	71	71	71	71
1,75	86	86	86	86	86	86	86	86
2,00	101	101	101	101	101	101	101	101
2,25	116	116	116	116	116	116	116	116
2,50	131	131	131	131	131	131	131	131
2,75	146	146	146	146	146	146	146	146
3,00	159	159	159	159	159	159	159	159
3,25	174	174	174	174	174	174	174	174
3,50	189	189	189	189	189	189	189	189
3,75	203	203	203	203	203	203	203	203
4,00	217	217	217	217	217	217	217	217
4,25	231	231	231	231	231	231	231	231
4,50	245	245	245	245	245	245	245	245
4,75	252	252	252	252	252	252	252	252
5,00	255	255	255	255	255	255	255	255

Dari beberapa level tegangan input didapatkan hasil yang sama untuk setiap saluran dari ADC. Hal ini menunjukkan bahwa saluran-saluran multi plexer pada ADC mempunyai karakteristik yang sama. Besarnya resolusi dari ADC adalah  $5 \text{ volt} / 255 = 19,6 \text{ mvolt}$ .

**Perhitungan waktucuplik**

Untuk menentukan waktu cuplik dilakukan dengan menghitung siklus mesin mikroprosesor pengirim data, mulai dari start mencuplik suatu data sampai dengan pencuplikan berikutnya.

Jumlah siklus mesin yang dibutuhkan adalah =  $196.926$  siklus. Clock yang digunakan oleh mikroprosesor  $6802 = 895 \text{ KHz}$ .

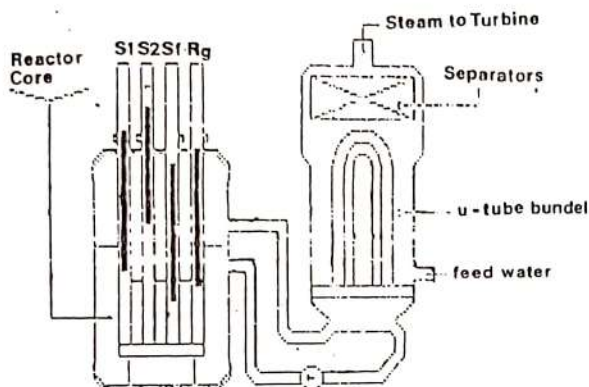
Jadi waktu yang dibutuhkan oleh mikroprosesor dalam waktu satu kali pencuplikan data adalah  $T = 196.926 / 895.000 = 0,22$  detik.

**Penampilan data animasi reaktor nuklir**

Dalam percobaan sistem animasi data reaktor nuklir, tegangan input ADC diubah-ubah dengan menggunakan potensiometer (dengan anggapan sama dengan data dari posisi batang kendali, temperatur dan lain-lain). Hasil pengolahan sistem penerima data yang ditampilkan pada display monitor dapat dipilih, yaitu berupa:

- Gambar dan data reaktor yang tidak berwarna.
- Gambar dan data reaktor yang berwarna.
- Data reaktor saja.

Hasil tampilan berupa gambar dan data reaktor, baik yang berwarna maupun tidak berwarna, dan dapat dilihat pada gambar 6. Sedangkan tampilan yang berupa data reaktor saja dapat dilihat pada tabel 2.



Sim-1 = 411	Safe = 255	Power = 950
Sim-2 = 645	Reg = 327	Setpower = 1020

Gambar 6. Sistem animasi data reaktor nuklir

Tabel 2. Tampilan data reaktor nuklir

### Sistem Animasi Data Reaktor Nuklir

Temperatur tangki reaktor	: 40 °C
Temperatur bahan bakar	: 320 °C
Dosis Radioaktif	: 10 mR
Reaktivitas	: 5 \$
Daya keluaran	: 960 kW
Daya yang diinginkan	: 1020 kW

### KESIMPULAN

Dari keseluruhan hasil penelitian ini dapat disimpulkan:

1. Waktu cuplik minimum dari sistem pengirim data untuk satu saluran multiplexer pada ADC adalah 0,22 detik.
2. Baudrate yang digunakan untuk komunikasi data pada sistem animasi data reaktor nuklir ini adalah 300 bit/detik, yang dilakukan di laboratorium Balai Instrumentasi PPTN - BATAN.
3. Resolusi dari ADC yang digunakan pada setiap perubahan 1 bit adalah 19,6 mvolt.
4. Hasil proses yang berupa data dan gambar sistem animasi data reaktor nuklir ditampilkan pada layar monitor berwarna dengan Color Graphics Adapter yang mempunyai resolusi 320 x 200.

### DAFTAR PUSTAKA

1. ANONIM, *MEK 6802D5 Mikrokomputer Evaluation Board Users Manual Motorola, Inc., 1980.*
2. EGGERBRECHT, L.C., *Interfacing to the IBM Personal Computer, Howard W. Sams & Co, Inc., 1983.*
3. SCHULTZ, M.A., *Control of Nuclear Reactors and Power Plants, Mc. Graw-Hill Book Company, Inc., 1961.*

### DISKUSI

#### Budi Santoso:

Di Yogya juga dikembangkan sistem monitoring yang menggunakan mikrokomputer PC untuk power reaktor dan monitoring ruangan. Apakah ada kontak dengan PPNY, sehingga penelitian yang sudah dicapai tidak diulang, dengan demikian akan lebih meningkatkan efisiensi.

#### Budiono:

Sistem monitoring secara telemetri ini sebetulnya sudah diseminarkan di PPNY, saya kira PPNY juga sudah tahu permasalahannya. Tetapi mungkin perlu adanya koordinasi dari penelitian-penelitian untuk sistem Instrumentasi di BATAN ini.

**Mohtar:**

- a. Bagian mana dari penelitian ini yang orisinal hasil penelitian dan mana yang sudah diketahui secara umum dari bidang ini ?
- b. Aspek teknis apa (rekayasa) yang terkait dengan penelitian (rekayasa) ini ?

**Budiono:**

- a. Metode ekspansi fungsi gelombang adalah metoda yang baru dibandingkan dengan metoda ekspansi operator (baru), seperti yang biasa dilakukan. Metode ini merupakan komplimen terhadap metoda numerik Runge-Kutta. Selama ini terjadi ambiguitas dalam kesalahan perhitungan, dan kesalahan terjadi karena kesalahan model atau kesalahan aproksimasi. Metode yang dikembangkan disini mengeliminasi salah satu ambiguitas tersebut, yaitu metode perhitungan yang tepat.
- b. Metode ini dapat digunakan untuk menguji/ mengevaluasi Model-model hamburan nuklir yang datangnya telah terkompilasi.

**Aman Mostavan:**

- a. Pernahkah dicoba untuk jarak Bandung-Jakarta ?
- b. Apakah untuk jarak 10 km telah dicoba pada segala cuaca ?

**Budiono:**

- a. Jarak Bandung-Jakarta belum pernah dicoba, karena kami menggunakan pancaran FM yang memerlukan pesawat/ antena Repeter.
- b. Untuk jarak 10 km sudah dicoba pada cuaca apapun dan tidak ada masalah, asal posisinya lurus (line offset).

**Mustikaning Dyah:**

Dalam percobaan ini masih digunakan ADC 8 bit, apakah sudah dipikirkan untuk menggunakan 12 bit yang hasilnya tentu akan lebih presisi ?

**Budiono:**

Masalah ini sudah saya kembangkan dengan menggunakan ADC 12 bit, tetapi susah didapat dipasaran. Dan dengan ADC 12 bit memang lebih presisi, sekarang baru saya dapatkan dari luar negeri.