

## PEMBUATAN SISTEM AKUSISI DATA PARAMETER REAKTOR DENGAN PC

Kristedjo K, Azriani A, Hartati S, M. Arif Hidayat

### ABSTRAK

**PEMBUATAN SISTEM AKUSISI DATA PARAMETER REAKTOR DENGAN PC.** Telah dibuat sistem akusisi data parameter reaktor dengan PC untuk menampilkan posisi batang kendali, daya reaktor multi kanal, dan pengukuran instrumen pada sistem pendingin primer dan pendingin sekunder RSG-GAS. Program ditulis dengan menggunakan Visual Basic ver 3.0 dengan berbasis mode grafik. Display parameter reaktor menampilkan posisi batang kendali, rapat fluks neutron, dan seluruh pengukuran pada sistem pendingin primer dan sekunder. Display parameter reaktor menampilkan posisi batang kendali, rapat fluks neutron dan seluruh pengukuran pada sistem pendingin primer dan sekunder. Pengukuran dilakukan secara real time dan dapat direkam untuk jangka waktu tertentu. Data perolehan hasil pengukuran dapat dibaca oleh komputer lain melalui jaringan komputer (LAN). Perancangan sistem alarm biner dilakukan dengan desain kartu antar-muka yang dapat memantau 256 kanal dengan memanfaatkan sinyal sela (*interrupt*) PC, dan dirancang memiliki ketelitian pencatatan dalam orde milidetik. Diharapkan sistem ini dapat dimanfaatkan sebagai SER (*Sequence Event Recorder*) menggantikan fungsi alarm logging yang ada pada komputer proses.

### ABSTRACT

**ESTABLISHING REACTOR PARAMETER DATA ACQUISITION SYSTEM WITH PC.** It has been made PC based reactor parameter data acquisition system that function as control rod position indicator, multi channel power meter and measurements of primary and secondary cooling system. The graphical-based program was written in Visual Basic 3.0 (Windows). The system displayed control rod position, neutron flux density and all instrument measurements in primary and secondary cooling system. Measurement processed by means of real time processing and have recording capability. The data achieved from measurement can be read from another PC through the Local Area Network (LAN). The designed of binary alarm system has been developed with interface card that have 256 channel capability, used interrupt PC signal. This equipment can be used as SER (*Sequence Event Recorder*) that can be replaced alarm logging system in process computer.

## PENDAHULUAN

Dalam perkembangan teknologi instrumentasi reaktor nuklir dewasa ini kehadiran komputer semakin hari semakin menduduki posisi yang sangat penting. Hal tersebut didukung oleh kecepatan komputer dalam mencuplik data, kemampuan menghitung yang cepat dan kapasitas kemampuan mengingat yang semakin hari semakin besar.

Computer proses RSG-GAS yang ada saat ini tidak dapat digunakan untuk pencuplikan data dengan cepat. Sehingga tidak dapat dimanfaatkan untuk berbagai eksperimen yang mengamati perubahan parameter-parameter reaktor yang berubah dengan cepat. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem akuisisi data baru berbasis PC yang dapat dengan cepat memantau dan melakukan perhitungan parameter-parameter reaktor. Manfaat digunakannya sistem ini antara lain:

- Melakukan pencatatan berbagai besaran parameter reaktor secara berkala dan otomatis guna menunjang operasi reaktor (dapat diprogram sesuai kebutuhan).
- Dapat dimanfaatkan untuk berbagai eksperimen mengingat kecepatan pencuplikan data dan kemampuan komputer untuk melakukan perhitungan yang sangat tinggi.

Sebagai lanjutan penelitian tahun sebelumnya dibuat sistem akuisisi data untuk 256 kanal dan perancangan sistem alarm biner 256 kanal.

Penampil posisi batang kendali, daya reaktor dan status pengukuran pada sistem pendingin primer dan sekunder sangat penting diketahui oleh operator, disamping itu unjuk kerja sistem instrumentasi terkait perlu dipantau terus selama operasi reaktor. Dengan adanya pengukuran secara "real time" dari beberapa kanal, operator akan semakin yakin dengan besaran-besaran yang ditunjukkan oleh setiap instrumen yang ada.

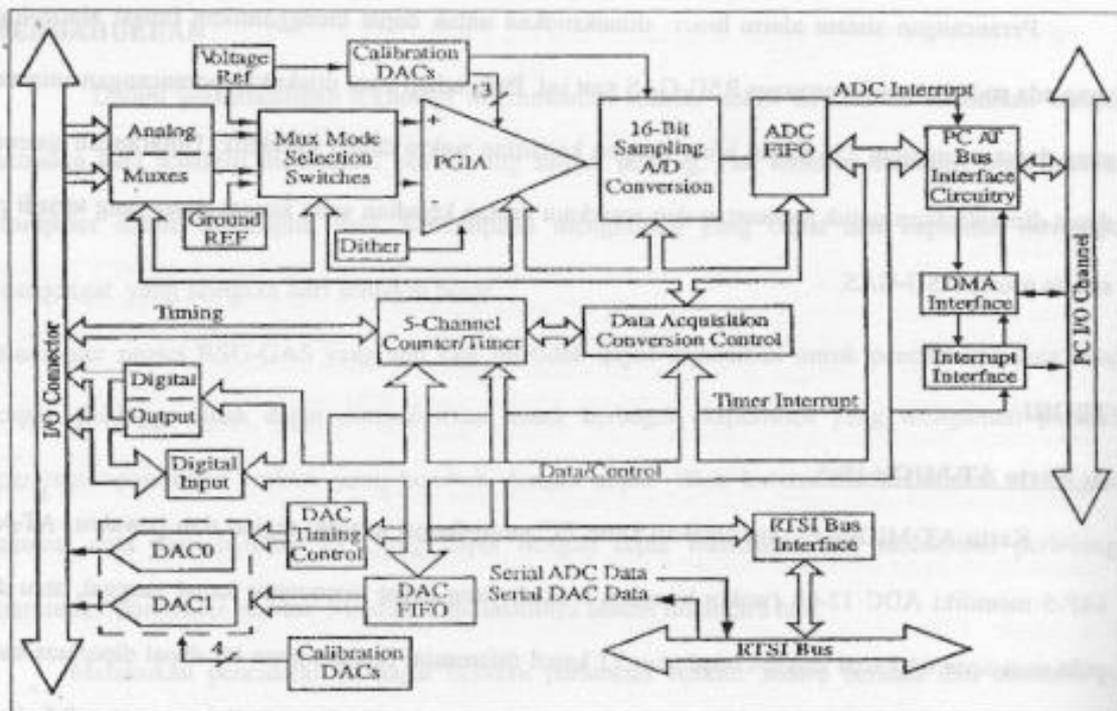
Program yang dibuat berbasis tampilan grafis dan ditulis dengan bahasa pemrograman berbasis Windows for workgroup, dengan tujuan dapat memanfaatkan kemampuan multi-tasking dan jaringan komputer yang ada pada sistem operasi Windows.

Perancangan sistem alarm biner dimaksudkan untuk dapat menggantikan fungsi alarm-logging yang ada pada komputer proses RSG-GAS saat ini. Pada tahap awal dilakukan perancangan antarmuka yang dapat memantau 256 sinyal biner dengan ketelitian waktu dalam milidetik. Diharapkan sistem ini dapat dimanfaatkan untuk memantau dan merekam urutan kejadian yang sangat cepat yang terjadi pada sistem proses RSG-GAS.

## **TEORI**

### **A. Kartu AT-MIO-64F-5**

Kartu AT-MIO-64F-5 merupakan kartu PC multi-fungsi analog, digital dan pewaktu. AT-MIO-64F-5 memiliki ADC 12-bit (waktu konversi 5  $\mu$ sec) yang dapat memonitor kanal tunggal, atau dapat pula men-scan 64 kanal single-ended atau 32 kanal diferensial (kemampuan ini dapat diperluas sampai dengan 256 kanal dengan menambahkan multiplexer AMUX-64T) dengan nilai penguatan 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50 atau 100 kali. Alat ini juga dilengkapi dengan sebuah penyangga ADC FIFO 512-word yang digunakan untuk menghindari kehilangan data pada laju pencuplikan data yang tinggi. Selain memiliki kemampuan mengkonversi sinyal analog menjadi digital, AT-MIO-64F-5 juga memiliki dua buah DAC 12-bit yang dapat menghasilkan sinyal keluaran unipolar maupun bipolar. DAC ini juga dilengkapi 2.048-word DAC FIFO buffer yang digunakan untuk membangkitkan generator sinyal pada laju yang tinggi tanpa terjadi kehilangan data. DAC FIFO dapat diprogram untuk menghasilkan pembangkitan gelombang secara berulang (siklis). Untuk keperluan kendali dan pencuplikan data, AT-MIO-64F-5 juga dilengkapi dengan 8-bit I/O digital dan pengendali waktu AMD Am9513A. Blok diagram AT-MIO-64F-5 dapat dilihat pada gambar 1.



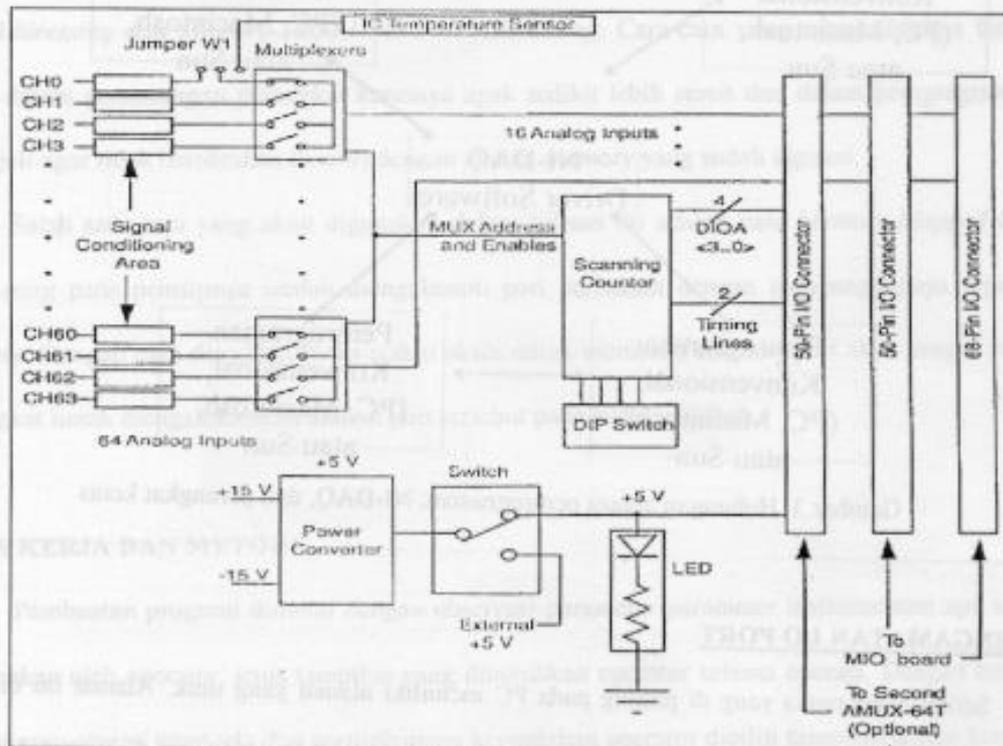
Gambar 1. Blok diagram AT-MIO-64F-5

AT-MIO-64F-5 dilengkapi dengan perangkat lunak NI-DAQ untuk komputer berbasis DOS maupun Windows. NI-DAQ memiliki pustaka fungsi yang cukup lengkap guna mengendalikan kartu akuisi produksi National Instruments. Pustaka fungsi ini dapat dipanggil oleh program yang dibuat oleh pengembangan perangkat lunak yang menggunakan BASIC, Turbo Pascal, Turbo C, Turbo C++, Borland C++, dan Microsoft C untuk program berbasis DOS; dan Visual Basic, Turbo Pascal, Microsoft C dan Borland C++ untuk program berbasis Windows. Pustaka fungsi NI-DAQ termasuk antara lain rutin-rutin untuk masukan analog (konversi A/D), akuisi data tersangga (untuk akuisi data kecepatan tinggi), keluaran analog (konversi D/A), Pembangkitan sinyal gelombang, I/O digital, counter/timer dan kalibrasi otomatis (*self calibration*).

**B. Multiplexer AMUX-64T**

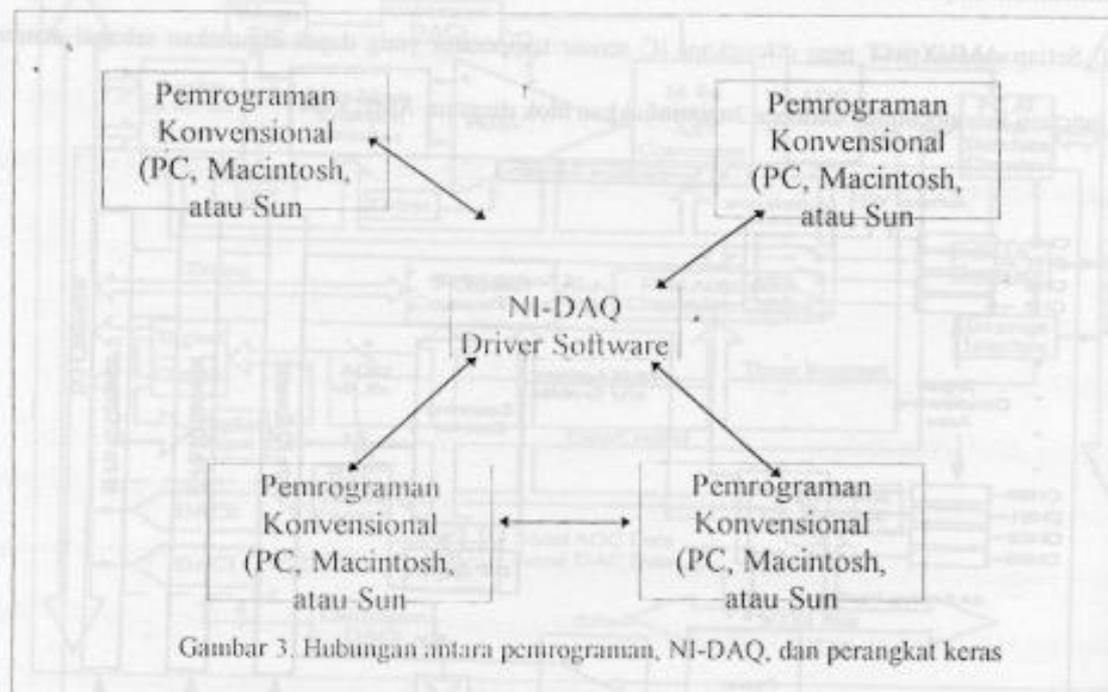
AMUX-64T merupakan analog multiplexer yang dapat disambungkan dengan kartu akuisi data buatan National Instruments. Setiap AMUX-64T dapat memantau 64 kanal mode single-ended. Dengan

memanfaatkan empat buah AMUX-64T, sistem akuisisi data dapat mendigitisasi sampai dengan 256 kanal. Setiap AMUX-64T juga dilengkapi IC sensor temperatur yang dapat digunakan sebagai acuan cold junction thermocouple. Gambar 2 menunjukkan blok diagram AMUX-64T.



Gambar 2. Blok diagram AMUX-64T

Pengalamanan dan pemilihan kanal dilakukan dengan menggunakan salah satu fungsi pustaka yang ada pada NI-DAQ. Karena NI-DAQ memiliki kemampuan dapat mengirimkan *event-driven messages* maka hal ini sangat mendukung pemrograman *multi-tasking* yang lasim digunakan pada pemrograman berbasis Windows. Hubungan antara pemrograman, NI-DAQ, dan perangkat keras ditunjukkan pada gambar 3.



### C. PENGAMATAN I/O PORT

Setiap antar-muka yang di pasang pada PC memiliki alamat yang unik. Alamat ini digunakan sebagai identitas setiap peralatan (*peripheral*) yang terhubung ke PC agar dapat diakses oleh prosesor. Untuk menghubungkan prosesor dengan peralatan luar, setiap peralatan luar terhubung ke prosesor melalui bus data, bus alamat, dan bus kendali.

IBM PC memiliki 20 jalur alamat, akan tetapi yang dipakai untuk pengalamatan port hanya 10 jalur saja. Kode alamat 10 bit ini menentukan peralatan mana yang dipilih, jika bit ke-10 berlogika '1' maka akan memungkinkan pengambilan atau penulisan data dari peralatan yang berada pada slot, sedangkan jika bit 10 berlogika '0' peralatan yang dipilih berada pada *system board*.

Pada perancangan slot perluasan ada beberapa cara pengkodeaan alamat port yang digunakan. Masing-masing cara memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Cara yang umum digunakan adalah *Fixed Address Decode*, *Switch-Selectable Decode* dan *PROM Select Decode*. Semua

cara yang disebutkan di atas memanfaatkan alamat port yang tersedia (10 bit pertama pada bus alamat).

Dalam rangka memperluas pengalamatan port digunakan pula cara-cara yang memanfaatkan bit alamat tinggi (bit-bit setelah bit ke 10 pada bus alamat) seperti *High-Order Address Bit Usage*, *Indirect Port Addressing* dan *Memory-Mapped I/O Port Addressing*. Cara-cara yang memanfaatkan bit alamat tinggi dalam perancangan perangkat kerasnya agak sedikit lebih rumit dan dalam pemrogramannya harus jeli agar tidak berabrakan (*crash*) dengan alamat memory yang sudah dipakai.

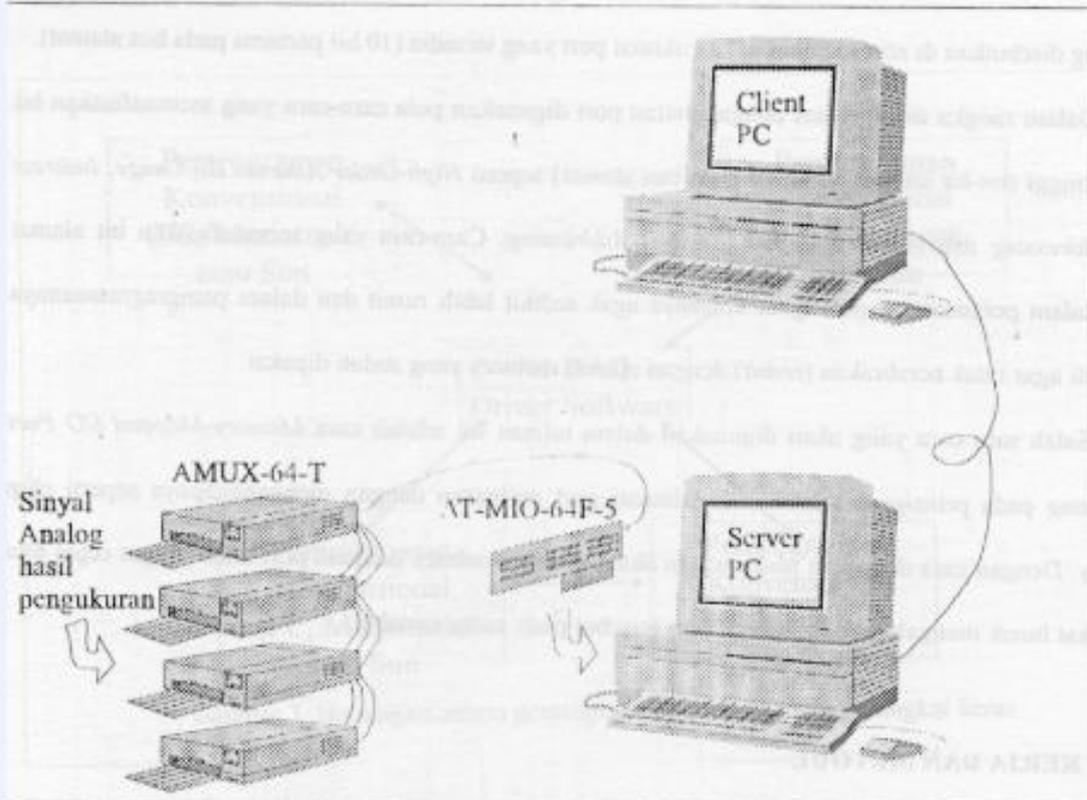
Salah satu cara yang akan digunakan dalam tulisan ini adalah cara *Memory-Mapped I/O Port Addressing* pada prinsipnya adalah mengamati port perluasan dengan menganggapnya seperti chip memory. Dengan cara demikian maka waktu akses untuk membaca keadaan port akan sangat cepat bila perangkat lunak mengalokasikan alamat port tersebut pada suatu variabel.

#### **TATA KERJA DAN METODE**

Pembuatan program dimulai dengan observasi parameter-parameter instrumentasi apa saja yang dibutuhkan oleh operator, jenis tampilan yang dibutuhkan operator selama operasi. Dengan berpatokan pada aturan-aturan yang ada dan pertimbangan kemudahan operator dipilih tampilan dalam bentuk blok diagram (*Process and Instrumentation Diagram*), meterukur (numerik, bar dan jarum) serta tampilan grafik yang menampilkan hasil pengukuran dalam jangka waktu tertentu.

Tahap berikutnya adalah pembuatan program dengan menggunakan bahasa Visual Basic 3.0 (Windows) dengan memanfaatkan pustaka fungsi yang ada dalam NI-DAQ. Program yang dibuat bertugas melakukan inisialisasi kartu akuisisi, penentuan waktu cuplik setiap kanal pengukuran, melakukan konversi nilai digital agar sesuai dengan besaran yang digunakan, melakukan perhitungan-perhitungan dan menampilkan hasil pengukuran dan perhitungan dalam bentuk grafis dan numeris.

Pengujian perangkat lunak dilakukan setelah mengintegrasikan perangkat lunak dengan perangkat keras yang disusun seperti diuraikan pada gambar 4.



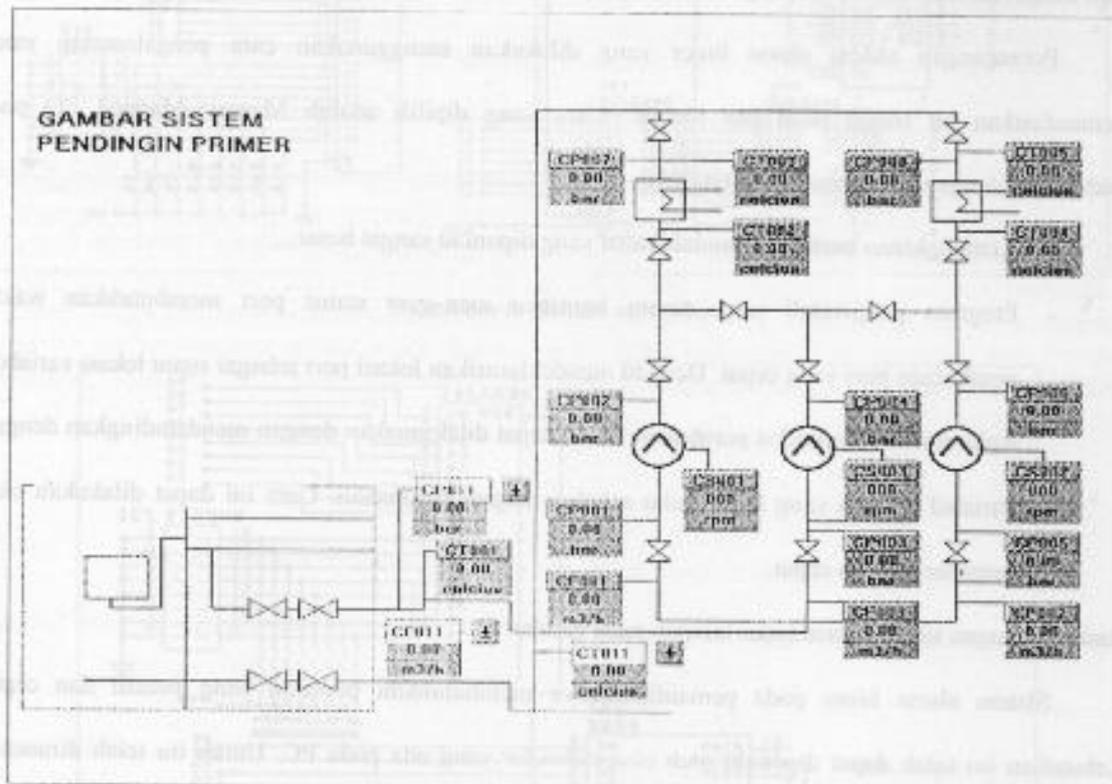
Gambar 4. Blok diagram rangkaian akusisi data parameter reaktor RSG-GAS

Pengujian sistem dilakukan dengan menghubungkan sistem data akusisi pada simulator untuk menguji fungsi sistem akusisi masing-masing kanal dan kecepatan sistem menampilkan data dalam bentuk grafik. Pengujian dengan cara menghubungkan sistem akusisi data dengan sistem instrumentasi RSG-GAS dilakukan tahap demi tahap.

Perancangan sistem Alarm biner dilakukan dengan studi pustaka tentang cara-cara teknik pengalamatan port. Dengan kriteria *scan-rate* yang diinginkan dalam mili detik dan jumlah masukan biner yang cukup banyak (256 bit) dipilih cara pengalamatan yang dapat memenuhi kriteria tersebut. Selain perancangan sistem alarm biner, juga dilakukan perancangan peralatan pendukung sistem alarm biner yaitu pewaktu yang memiliki ketelitian mili detik. Pewaktu ini digunakan sebagai basis waktu sistem alarm biner, sehingga setiap terjadi perubahan status alarm, dapat ditampilkan waktu saat itu.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tampilan sistem akuisisi data yang dibuat, memuat tampilan berbentuk grafik dan numerik. Tampilan grafik ditampilkan dalam bentuk grafik batang, jarum dan grafik trend pengukuran fungsi waktu. Tampilan numerik ditampilkan pada diagram proses dan instrumentasi sesuai dengan lokasi dimana pengukurat diambil.



Gambar 5. Contoh tampilan hasil pengukuran sistem pendingin Primer

Program penampil parameter reaktor menggunakan basis data untuk menyimpan semua item instrumen yang diukur. Basis data juga menyimpan setiap hasil pengukuran terakhir, sesuai dengan waktu cuplik yang ditentukan pemakai. Untuk keperluan pengamatan grafik trend, data hasil cuplikan disimpan dalam hard-disk untuk selang waktu tertentu.

Penggunaan Visual Basic dengan memanfaatkan fungsi-fungsi NIDAQ sangat memudahkan

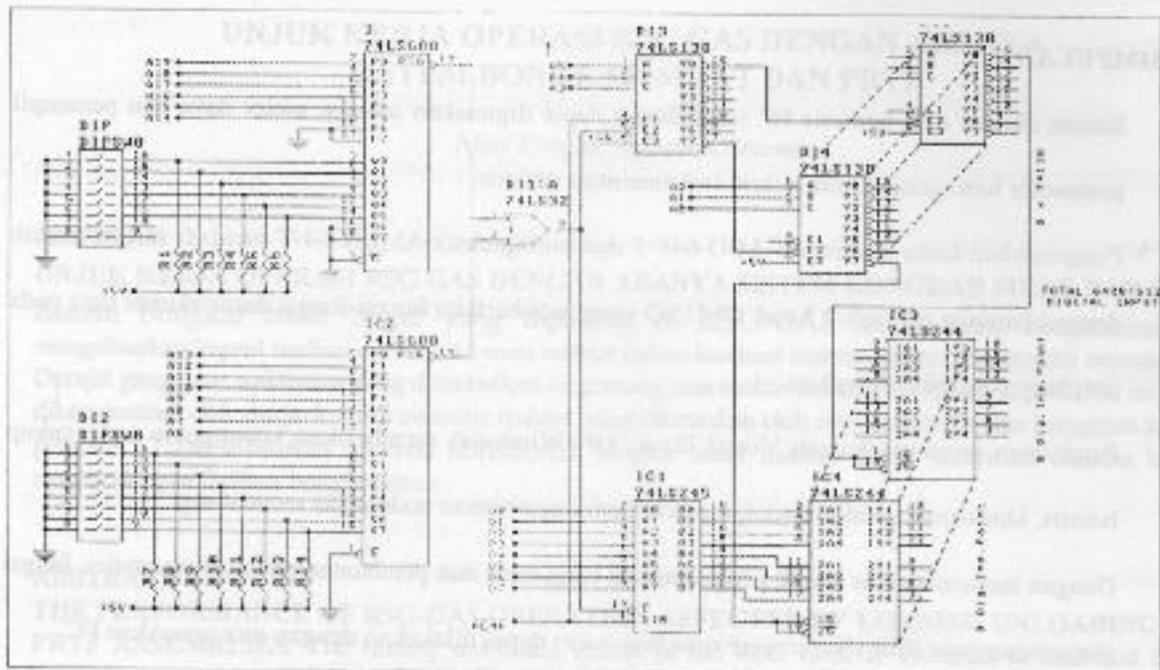
pemrogram karena anatarnya dengan perangkat keras sudah ditangani oleh NI-DAQ. Dengan cara ini maka kecepatan pengendalian perangkat keras dapat dilakukan dengan cepat dan efisien. Disamping itu Visual Basic memberi kemudahan pemrogram untuk menggunakan kemampuan Windows dalam hal menjalankan program secara bersamaan (*multitasking*), pertukaran data dengan aplikasi lain (*Dynamic Data Exchange*), aplikasi *Multiple Document Interface* (MDI) dan dukungan jaringan komputer yang akan sangat bermanfaat dalam pengembangan sistem kendali terdistribusi (*Distributed Control System*).

Perancangan sistem alarm biner yang dilakukan menggunakan cara pengalamatan yang memanfaatkan bit tinggi pada bus alamat. Cara yang dipilih adalah Memory-Mapped I/O port Addressing dengan pertimbangan antara lain

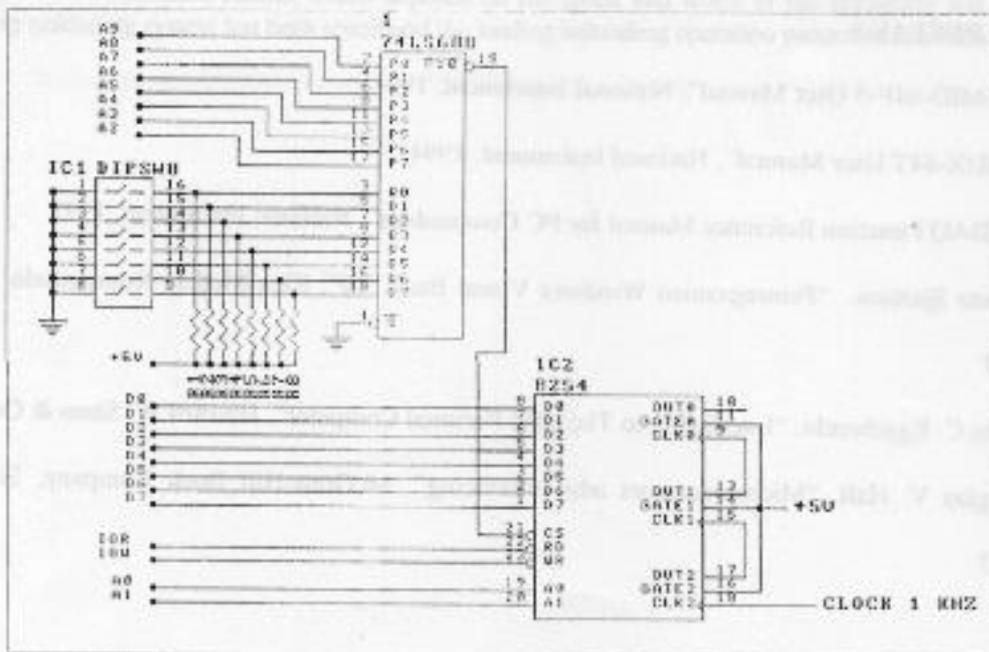
- Kemungkinan perluasan jumlah kanal yang dipantau sangat besar.
- Program pengendali yang secara kontinu men-*scan* status port membutuhkan waktu pembacaan port yang cepat. Dengan mendeklarasikan lokasi port sebagai suatu lokasi variabel, maka untuk mendeteksi perubahan status dapat dilaksanakan dengan membandingkan dengan variabel lainnya yang berisi nilai sebelum terjadi perubahan. Cara ini dapat dilakukan oleh prosesor dengan cepat.

Hasil rancangan sistem alarm biner tampak pada gambar 6.

Sistem alarm biner pada pemanfaatannya membutuhkan pewaktu yang presisi dan cepat. Kebutuhan ini tidak dapat dipenuhi oleh *clock-calendar* yang ada pada PC. Untuk itu telah dirancang pula sistem pewaktu yang akan dibaca oleh program setiap terjadi perubahan status alarm biner. Pewaktu ini memanfaatkan IC 8255 yang memiliki tiga buah counter 16-bit. Dengan memanfaatkan counter pada mode 1 (pencacah biner) maka pewaktu ini dapat mencatat waktu dengan ketelitian mili detik untuk durasi satu hari. Adapun hasil rancangan pewaktu yang dibuat tampak pada gambar 7.



Gambar 6. Sistem alarm biner



Gambar 7. Pewaktu sistem alarm biner

**KESIMPULAN**

1. Sistem akusisi data berbasis PC yang dibuat dapat digunakan sebagai meter daya dan penampil parameter hasil pengukuran sistem instrumentasi reaktor.
2. Pengendalian kartu akusisi AT-MIO-64F-5 dan multiplekser AMUX-64-T menjadi sangat mudah dengan bantuan perangkat lunak NI-DAQ yang memberikan fungsi-fungsi dasar akusisi data pada program yang dikembangkan.
3. Pembuatan program dengan Visual Basic 3.0 (Windows) memberikan keunggulan yang cukup berarti, khususnya untuk mendukung pengembangan sistem pada masa mendatang.
4. Dengan memanfaatkan teknik pengalamatan yang tepat dan pembuatan pewaktu tersendiri, fungsi alarm biner atau SER (*Sequence Event Recorder*) dapat dilakukan dengan menggunakan PC

**DAFTAR PUSTAKA**

1. "AT-MIO-64F-5 User Manual", National Instrument, 1994
2. "AMUX-64T User Manual", National Instrument, 1994
3. "NI-DAQ Function Reference Manual for PC Compatibles", National Instrument, 1993
4. Ananta Sjartuni. "Pemrograman Windows Visual Basic 3.0", Elex Medcia Komputindo, Jakarta, 1995
5. Lewis C. Eggebrecht. "Interfacing to The IBM Personal Computer", Howard W. Sams & Co., 1987
6. Douglas V. Hall. "Microprocessors adu Interfacing", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.