

PEMBUATAN PERANGKAT KENDALI GAMMA SCANNING RSG-GAS BERBASIS MIKROKONTROLLER AT-TINNY 2313

Hari Prijanto, Heri Suherkiman

Pusat Reaktor Serba Guna-BATAN, Gd. 31 Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang-Banten, 15310

hyanto@batan.go.id

ABSTRAK

PEMBUATAN PERANGKAT KENDALI GAMMA SCANNING RSG-GAS BERBASIS MIKROKONTROLLER AT-TINNY 2313. Telah dilakukan pembuatan perangkat kendali gamma scanning RSG-GAS berbasis mikrokontroller AT-TINNY 2313 untuk menggantikan perangkat kendali sebelumnya yang mengalami kerusakan dan tidak ada suku cadangnya. Gamma scanning berfungsi untuk mengetahui distribusi fraksi bakar (burn-up) pelat elemen bakar pasca iradiasi. Kegiatan ini meliputi pembuatan driver, program, instalasi dan uji fungsi. Perangkat kendali dipilih berbasis mikrokontroller AT-TINNY 2313 karena kompak dan efisien, kebutuhan programnya sesuai dengan kapasitas memori yang tersedia, bahasa pemrogramannya menggunakan BASCOM (*Basic Compiler*) yang cukup mudah dipahami. Perangkat kendali didukung oleh modul driver yang berfungsi menguatkan arus keluaran mikrokontroller untuk mengaktifkan motor stepper. Hasil uji fungsi menunjukkan bahwa tiap 1 (satu) putaran motor stepper menggerakkan target maju atau mundur sejauh 1.25 mm. Akhirnya perangkat kendali gamma scanning RSG-GAS dapat berfungsi kembali dan ketersediaan suku cadangnya dapat dipenuhi.

Kata kunci : motor stepper, perangkat kendali, gamma scanning

ABSTRACT

FABRICATION OF CONTROL UNIT RSG-GAS GAMMA SCANNING BASE ON MICROCONTROLLER AT-TINNY 2313. Fabrication of control unit RSG-GAS gamma scanning base on mikrocontroller AT-TINNY 2313 has been done to replacement of the old control unit which has been broken and not availability of spareparts. Gamma scanning is used to determine the distribution of burn-up fuel element plate after irradiation. Control unit choices based mikrocontroller AT-TINNY 2313 that is compact and efficiently, program requirment suitable with aviability of memory capacity, programming language using basic compiler ease to learn. Control unit also supported by driver module serve to strenghten output current from mikrocontroller to activate the motor stepper. Functional test shown that each one rotation moved target forward or backward 1.25 mm. Finally, the control unit of RSG-GAS gamma scanning is to work again and the availability of spareparts can be fulfilled.

Keywords : motor stepper, control device, gamma scanning

PENDAHULUAN

Salah satu kegiatan penelitian di reaktor RSG-GAS adalah pengujian pelat elemen bakar reaktor untuk mengetahui tinggi rendahnya distribusi fraksi bakar (*burn-up*) sepanjang elemen bakar uranium paska iradiasi menggunakan alat gamma scanning. Penentuan distribusi *burn-up* dilakukan dengan mengukur aktivitas radiasi gamma produk fisi yang dipancarkan dari elemen bakar uranium paska iradiasi yang dilewatkan melalui celah sempit (*collimator*). Pengukuran radiasi gamma dilakukan secara diskrit yaitu dengan mencacah radiasi gamma produk fisi selangkah demi selangkah dimana setiap titik langkah berjarak tertentu yang kecil dan dicacah selama selang waktu tertentu. Data hasil pengukuran kemudian dihitung aktivitas radiasi yang dipancarkan pada setiap titik pengukuran kemudian diplot sepanjang elemen bakar. Hasil yang diperoleh adalah merupakan gambaran distribusi *burn-up* pada setiap titik sepanjang elemen bakar uranium paska iradiasi^[1].

Langkah/gerak pelat elemen bakar dikendalikan oleh modul driver dan modul mikrokontroler. Modul driver berfungsi sebagai penguat arus sinyal-sinyal listrik dari mikrokontroler untuk menggerakkan motor stepper. Sedangkan modul mikrokontroler berfungsi sebagai penterjemah program menjadi sinyal-sinyal listrik. Perangkat gamma scanning reaktor RSG-GAS lama sudah tidak dapat digunakan. Hal tersebut disebabkan penuaan (*aging*) dan ketidaktersediaan suku cadang baik perangkat lunak (*source-programs*)

maupun perangkat keras (*driver, microprocessor / microcontroller*) yang sudah tidak diproduksi lagi (*obsolete*). Untuk itu maka dilakukan kegiatan pembuatan modul driver dan mikrokontroler sebagai pengganti modul yang rusak dan sudah tidak dapat berfungsi.

Pembuatan perangkat kendali gamma scanning RSG-GAS berbasis mikrokontroler AT-TINNY 2313 dilakukan dengan beberapa pertimbangan antara lain :

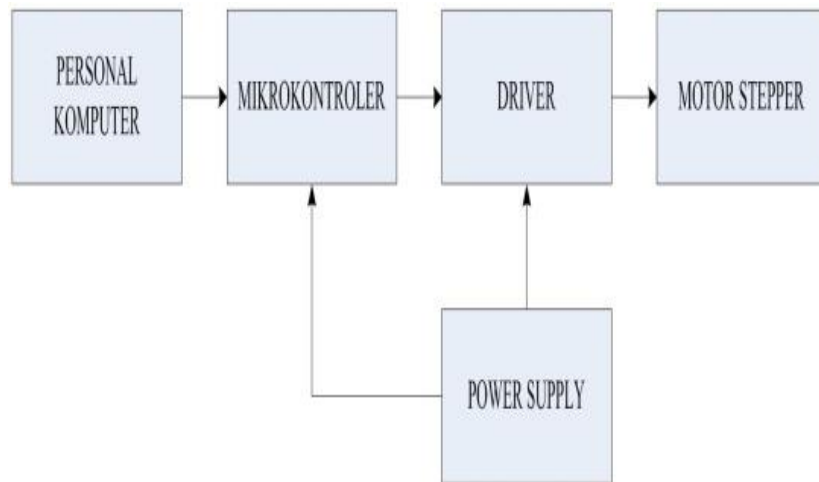
1. Mudah dalam perawatan
2. Kapasitas memori yang dibutuhkan dapat disediakan
3. Ketersediaan perangkat pemrograman di pasaran
4. Mudah dalam pemrogramannya

Bahasa pemrograman yang digunakan pada kegiatan pembuatan ini adalah *Basic Compiler* (BASCOM). Bahasa pemrograman ini relatif lebih mudah dipahami karena menggunakan *text based* sebagai dasar pemrogramannya dari pada bahasa mesin yang menggunakan kode-kode *mnemonic*.

TEORI

Perangkat kendali gamma scanning yang digunakan di RSG-GAS berfungsi untuk mengetahui distribusi bakar (*burn-up*) pelat elemen bakar pasca iradiasi. Perangkat kendali gamma scanning ini tersusun dari :

1. PC (*Personal Computer*)
2. Mikrokontroler
3. Driver
4. Power Supply
5. Motor Stepper



Gambar 1. Blok diagram perangkat kendali gamma scanning RSG-GAS



Gambar 2. Perangkat kendali gamma scanning lama

Personal Komputer

Personal komputer digunakan untuk membuat program dan sekaligus untuk mengoperasikan alat. Pengoperasian cukup sederhana, yaitu memasukkan jumlah putaran motor (putaran maju atau mundur) kemudian menekan tombol *START* untuk menjalankan program (*motor stepper-ON*) atau *STOP* untuk menghentikan program (*motor stepper-OFF*).

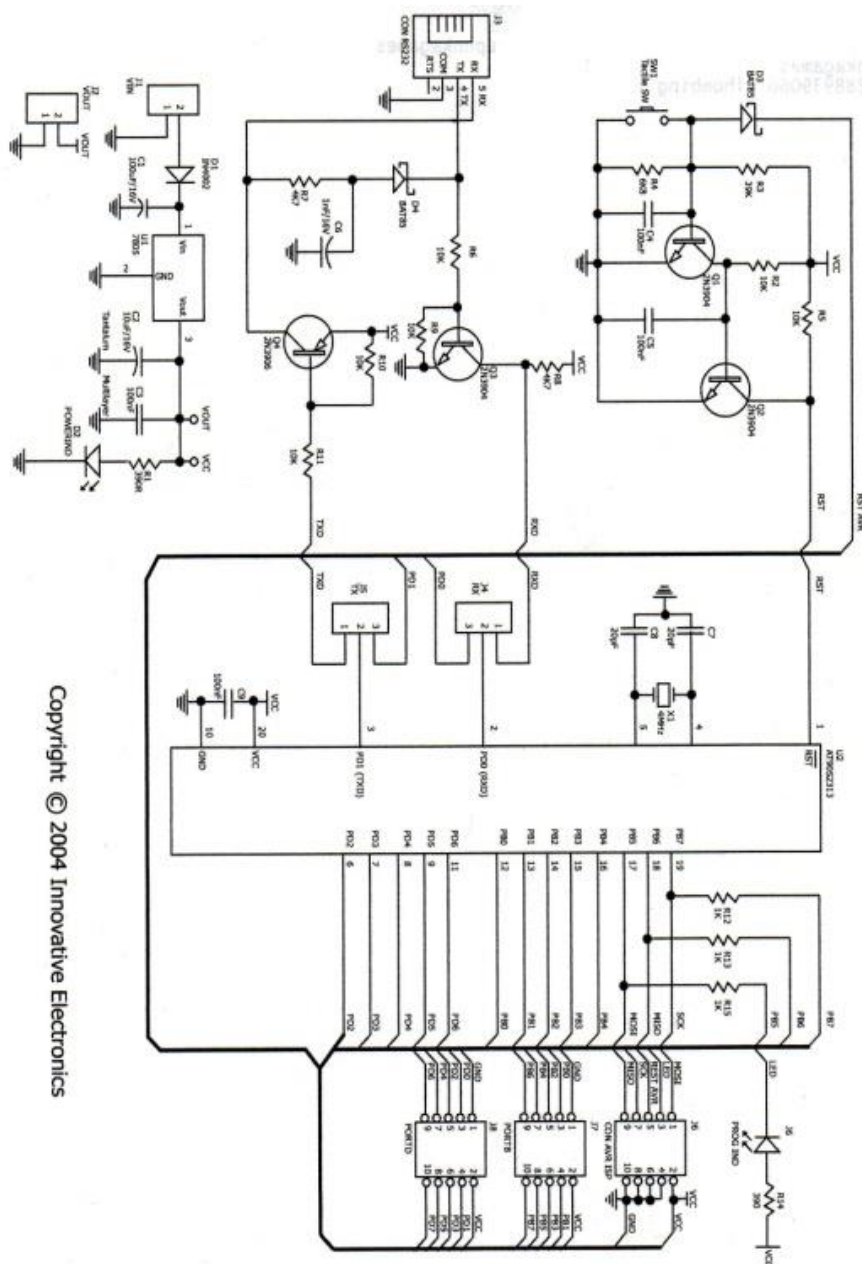
Mikrokontroler

Mikrokontroler berfungsi sebagai *interface* yang merubah program menjadi sinyal-sinyal listrik untuk menggerakkan motor stepper. Jenis mikrokontroler yang digunakan adalah AT-TINNY 2313. Perangkat mikrokontroler AT-TINNY 2313 merupakan sebuah modul *single chip* dengan basis mikrokontroler AVR[®] dan memiliki kemampuan untuk komunikasi data serial secara UART serta pemrograman memori melalui ISP

(*In-System Programming*). Modul ini cocok untuk aplikasi-aplikasi sederhana hingga menengah^[2]. Perangkat pemrograman mikrokontroler AT-TINNY 2313 pertama kali dirilis oleh INNOVATIVE ELECTRONICS pada November 2004. INNOVATIVE ELECTRONICS (IE) merupakan perusahaan yang mengembangkan produk-produk *developments tools* dan *add-on module* penunjangnya, berlokasi di Surabaya-Indonesia

Kapasitas memori yang dibutuhkan untuk program perangkat kendali gamma scanning ini relatif kecil (<2KByte), maka cukup menggunakan perangkat pemrograman mikrokontroler AT-TINNY 2313 yang mempunyai *flash memory* maksimum 2 KByte, sehingga hal ini merupakan solusi hemat biaya untuk sistem kontrol sederhana.

Rangkaian perangkat pemrograman mikrokontroler AT-TINNY 2313 terlihat pada Gambar 2 berikut :



Gambar 3. Rangkaian mikrokontroler AT-TINNY 2313

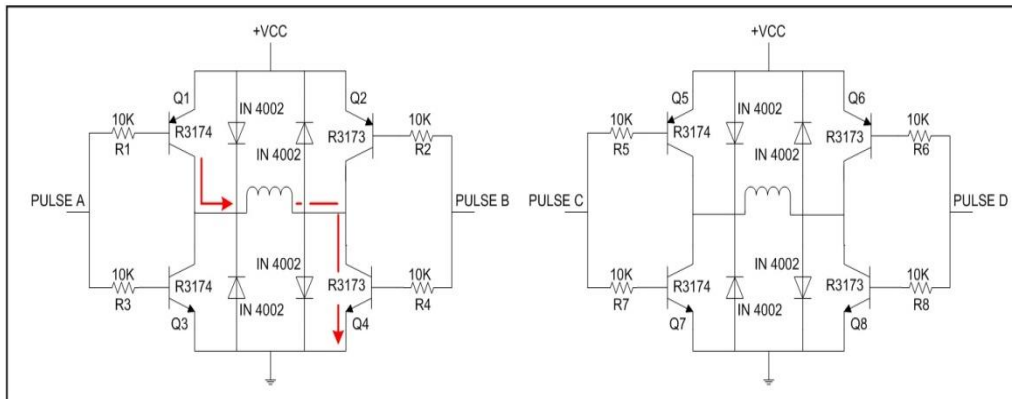
Rangkaian Driver

Karena arus keluaran sinyal listrik mikrokontroler masih terlalu lemah, maka untuk menggerakkan

motor stepper diperlukan rangkaian penguat arus/driver. Gambar 4 adalah rangkaian driver untuk motor stepper bipolar yang terdiri dari beberapa

komponen pasif dan aktif. Komponen utama dari rangkaian ini adalah transistor R3174 dan R3173 adalah jenis transistor yang dapat melewatkan

arus cukup besar sehingga mampu memberi tenaga pada motor stepper gamma scanning untuk menggerakkan beban.



Gambar 4. Rangkaian driver bipolar motor stepper

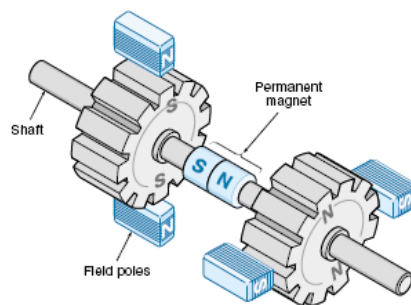
Ada empat *complementary-symmetry driver*, satu untuk setiap ujung dari setiap kumparan motor. Bila Q_1 dan Q_4 on, maka arus dapat mengalir melalui motor dalam arah yang ditunjukkan (kiri ke kanan). Pada sisi lain, bila Q_3 dan Q_2 on, maka polaritas dibalik, dan arus mengalir berlawanan arah melalui motor (kanan ke kiri). Akhirnya jika Q_1 dan Q_3 off, maka tidak ada arus yang mengalir pada kumparan motor.

Modul Power Supply

Modul power supply yang digunakan pada kegiatan ini adalah modul power supply yang biasa digunakan pada unit CPU personal komputer. Tegangan +5 volt 25 ampere untuk menenagai rangkaian driver yang menggerakkan motor stepper. Tegangan +12 volt digunakan untuk menenagai modul mikrokontroler dan *blower/fan* pendingin.

Motor Stepper

Motor Stepper seperti yang terlihat pada gambar 5 yang digunakan pada perangkat gamma scanning reaktor RSG-GAS adalah bertipe *Bipolar-Hybrid* dengan sudut putar 1.8° per langkah/step^[3]. Motor stepper hybrid menggabungkan kelebihan/fitur motor stepper magnet permanen dan motor stepper *variable reluctance* (VR) dan ini yang paling banyak digunakan saat ini.



Gambar 5. Konstruksi internal motor stepper hybrid

TATA KERJA

Pelaksanaan kegiatan ini meliputi beberapa tahap, antara lain :

- Menyiapkan perangkat keras mikrokontroller AT-TINNY 2313 yang sudah dalam bentuk modul mikrokontroller DT-AVR *Low Cost Nano System*
- Perakitan modul mikrokontroler, pengisian program, instalasi dan uji fungsi modul mikrokontroller
- Perakitan modul driver
- Uji fungsi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Modul hasil perakitan seperti terlihat pada gambar 6 dapat berfungsi saat dilakukan konfigurasi dan pengisian program. Modul tersebut selanjutnya

akan menyimpan program dan mengeksekusi isi program. Selama proses konfigurasi dan pengisian program, software tidak menampilkan gangguan / pesan error. Disaat pencatu daya utama masuk ke modul, modul kondisi aktif. Aplikasi program BASCOM pertama kali akan mendeteksi hardware/chip mikrokontroller yang terpasang dan selanjutnya dilakukan interkoneksi antara software dan modul mikrokontroller. Setelah software dan hardware terkoneksi dengan baik, dilakukan konfigurasi pada hardware melalui BASCOM dengan proses pengisian dan kompilasi isi program menuju chip mikrokontroler melalui aplikasi BASCOM.

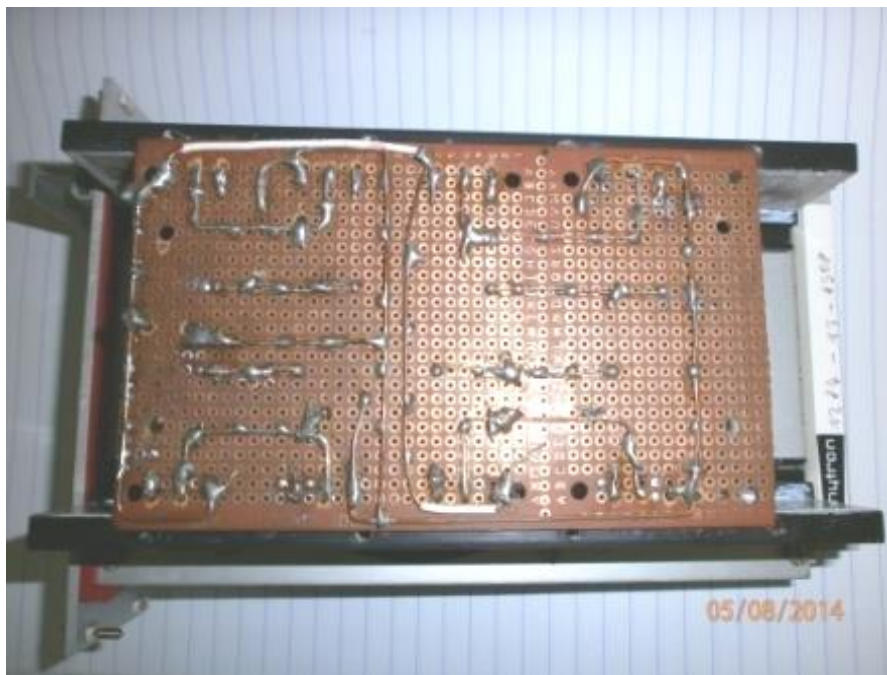


Gambar 6. Hasil perakitan modul mikrokontroller

Hasil uji fungsi modul mikrokontroler ditunjukkan pada table 1 berikut :

Tabel 1. Tabel uji fungsi perangkat kendali

NO.	U R A I A N	ACUAN	KONDISI
1.	Tombol Power	ON/OFF	OK
2.	Tegangan INLET	220 VAC	223VAC
3.	Tegangan OUTLET	+5VDC dan +12VDC	+4.99VDC dan +11.98VDC
4.	Blower/Fan	Berfungsi	OK
5.	Running Program di PC	Berfungsi	OK
6.	Interkoneksi software dan hardware	Berfungsi	OK. Tidak ada pesan error
7.	Konfigurasi dan pengisian program	Berfungsi	OK. Tidak ada pesan error
8.	Arah maju dan mundur target	Berfungsi	OK
9.	Memasukkan jumlah putaran motor stepper seperti pada tabel 2	Berfungsi	OK. Motor berputar dan menghasilkan perpindahan target yang sesuai dengan table 2



Gambar 7. Hasil perakitan modul driver gamma scanning

Modul hasil perakitan pada gambar 7 diatas berkerja saat diberikan input dari keluaran modul mikrokontroler. Hasil

keluaran modul tersebut adalah berupa tegangan +4.99VDC dan +11.98VDC dengan arus sekitar 4 Ampere yang

sudah mampu menggerakkan motor stepper. Disaat pencatu daya utama masuk ke modul, modul kondisi aktif. Kabel keluaran modul driver dihubungkan dengan motor stepper gamma scanning. Pada monitoring program dilakukan pengujian putaran

dengan menuliskan/input data jumlah putaran yang akan dicapai. Keluaran program dapat menghasilkan jarak perpindahan yang sesuai dengan input masukan. Hasil uji fungsi ditunjukkan pada tabel 2 di bawah :

Tabel 2. Hasil uji fungsi jumlah putaran motor terhadap jarak perpindahan target

Jumlah Putaran	Jarak perpindahan target (mm)
1	1.25
10	12.5
20	25
30	37.5
40	50
50	62.5
60	75
70	87.5
80	100
90	112.5
100	125

Dari Tabel 2 diatas didapatkan hasil 1 (satu) putaran motor sama dengan perpindahan terget sebesar 1.25 mili meter. Dengan demikian untuk jarak tempuh lainnya dapat dihitung jumlah putaran motor pada table diatas dengan persamaan berikut :

$$\text{jumlah putaran} = \frac{\text{jarak tempuh yang dikehendaki (mm)}}{1.25 \text{ mm}}$$

Modul lengkap perangkat kendali gamma scanning dapat dilihat pada gambar 8 di bawah ini :



Gambar 8. Hasil instalasi akhir pembuatan perangkat kendali gamma scanning

KESIMPULAN

1. Modul mikrokontroler dalam pembuatan kendali motor gamma scanning dapat bekerja sesuai fungsinya. Modul tersebut dapat mengendalikan putaran motor dengan menggunakan bahasa pemrograman *basic compiler*.
2. Pembuatan modul driver dapat bekerja sesuai fungsinya. Modul tersebut dapat memperkuat arus keluaran mikrokontroler yang berguna untuk mengaktifkan motor stepper.
3. Dari hasil uji fungsi menunjukkan bahwa tiap 1 putaran motor stepper menghasilkan jarak perpindahan target (maju/mundur) sebesar 1.25 mm

4. Perangkat kendali gamma scanning RSG-GAS berfungsi kembali sesuai dengan penggunaannya dan ketersediaan suku cadangnya dapat terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

1. **PURBA, ASLI**; “Penentuan Distribusi Burn-Up Elemen Bakar Nuklir”, 2010, Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Energi Nuklir III”, PTBN-BATAN.
2. Spesifikasi Teknis Mikrokontroler AT-TINNY 2313, Jakarta 2004
3. **SYAHRUL**; “Motor Stepper dan Rangkaian Kontrol”, Jurusan Teknik Komputer Universitas Komputer Indonesia.