

UNIT PENGENDALI POSISI SUDUT TARGET UNTUK AKSELERATOR MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER 89C51

Silakhuddin

Pusat Pengembangan Sistem Reaktor Maju

Heranudin dan Hari Suryanto

Pusat Pengembangan Radioisotop dan Radiofarmaka

ABSTRAK

PENGENDALI POSISI SUDUT TARGET UNTUK AKSELERATOR MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER 89C51. Telah dibuat sistem kontrol sudut pada target untuk akselerator yang berguna untuk memvariasi energi partikel yang mengenai target. Sistemnya menggunakan potensio sebagai sensor, microcontroller 89C51 sebagai pengolah data dan sebuah komputer personal sebagai unit kendali. Pemrograman pada microcontroller dengan bahasa mesin yang dirubah dalam kode heksadesimal dan diisikan pada PEROM dari microcontroller. Sistem kontrol dengan loop tertutup yang digunakan memberikan koreksi pada microcontroller secara real time. Unit pengendali ini dapat mengatur target dari sudut 0° hingga 360° dengan interval 15° .

Kata kunci: *microcontroller, target akselerator*

ABSTRACT

ANGLE POSITION CONTROLLER OF TARGET FOR ACCELERATOR USING 89C51 MICROCONTROLLER. *An angle controller of target for accelerator for altering the particle energy on the target has been constructed. The system employs a potensio as sensor, a 89C51 microcontroller as data processing and a personel computer as the control unit.. Programming on the microcontroller using assembler language then converted to hexadecimal code and filled into PEROM of microcontroller. The control system using a closed loop provides corrections on microcontroller in real time. This unit ables to control the target angles from 0° until 360° with step of 15° .*

Key words: *microcontroller, accelerator target.*

PENDAHULUAN

Reaksi inti yang dikendaki terjadi pada target akselerator terkadang mempunyai puncak tampang lintang reaksi yang tidak pada energi yang sama dengan energi partikel datang. Bila puncak tersebut berada di bawah energi partikel datang maka suatu proses penurunan energi harus dilakukan. Penurunan energi ini dapat dilakukan dengan memasang suatu penyerap dari bahan tertentu, kemudian dengan mengatur tebalnya dan dengan memasukkan besaran *stopping power*, energi partikel setelah keluar dari penyerap dapat ditentukan.

Variasi energi yang keluar dari penyerap dilakukan dengan memvariasi ketebalan penyerap. Mengganti ketebalan penyerap setiap kali menginginkan energi yang lain tidaklah praktis, karena selain harus mempunyai banyak variasi ketebalan penyerap juga karena harus membuka sistem vakum setiap kali penggantian penyerap. Cara yang lebih tepat adalah dengan mengatur sudut penyerap sehingga akan memvariasi ketebalan penyerap yang akhirnya akan memvariasi energi partikel yang mengenai target.

Hasil pembuatan dan pengujian dari suatu unit pengendali (dan monitor) posisi sudut akselerator akan disajikan pada makalah ini.

TATA KERJA

Desain Dasar

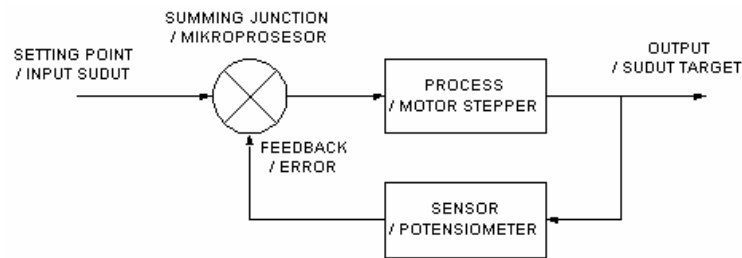
Pada sistem ini digunakan sistem kontrol loop tertutup (*closed loop control*) sebab dengan metode ini dapat mengoreksi kesalahan (*error*) pada pembacaan sudut target secara otomatis.

Setting point pada Gambar 1 diwakili oleh input sudut yang ingin dicapai pada target. Potensiometer bertindak sebagai sensor sudut pada target. Kemudian data dari sensor dan data dari *setting point* akan diolah oleh mikro-prosesor yang bertindak sebagai *summing junction*. Apabila terjadi perbedaan data antara keduanya, *summing junction* akan melakukan koreksi. Hasil data koreksi tersebut akan

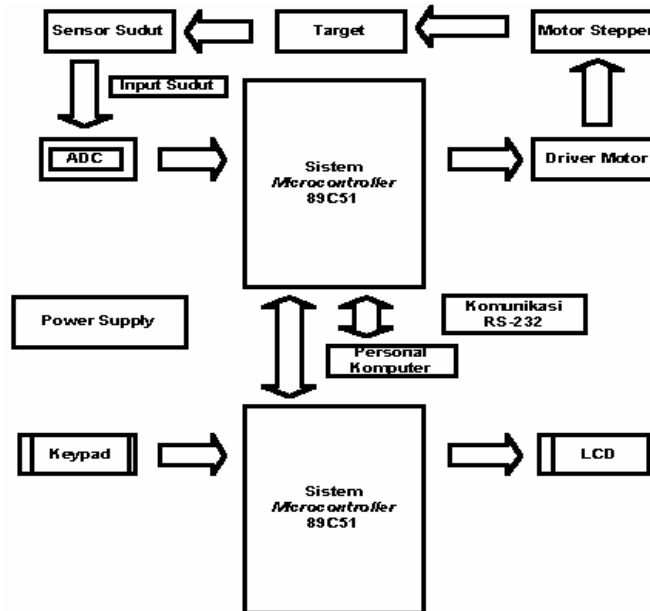
diberikan ke *process* yang diwakili oleh motor *stepper*. Selanjutnya terjadi pergerakan motor *stepper* yang akan mengubah sudut target. Proses ini akan berlangsung terus menerus selama sistem ini aktif.

Deskripsi Unit

Target yang berada pada akselerator harus dapat dikendalikan sudutnya secara jarak jauh (*remote*) dari panel kontrol. Untuk itu digunakan jalur komunikasi serial RS-232 yang mampu melakukan komunikasi data dua arah (*duplex*) jarak jauh dengan hanya tiga buah kabel.



Gambar 1. Sistem kontrol loop tertutup pada degrader penurun energi berkas.



Gambar 2. Diagram blok sistem kontrol sudut pada degrader penurun energi berkas proton.

Pada Gambar 2 terdapat dua bagian sistem kontrol yaitu: sistem kontrol sensor aktuator dan sistem kontrol utama (*keypad* dan LCD). Keduanya dihubungkan oleh jalur komunikasi serial RS-232. Disamping itu juga terdapat personal komputer yang dapat menggantikan fungsi kerja sistem kontrol utama, dimana sistem UART (Universal Asynchronous Transmitter/Receiver) pada personal komputer telah kompatibel dengan sistem UART pada *microcontroller* 89C51.

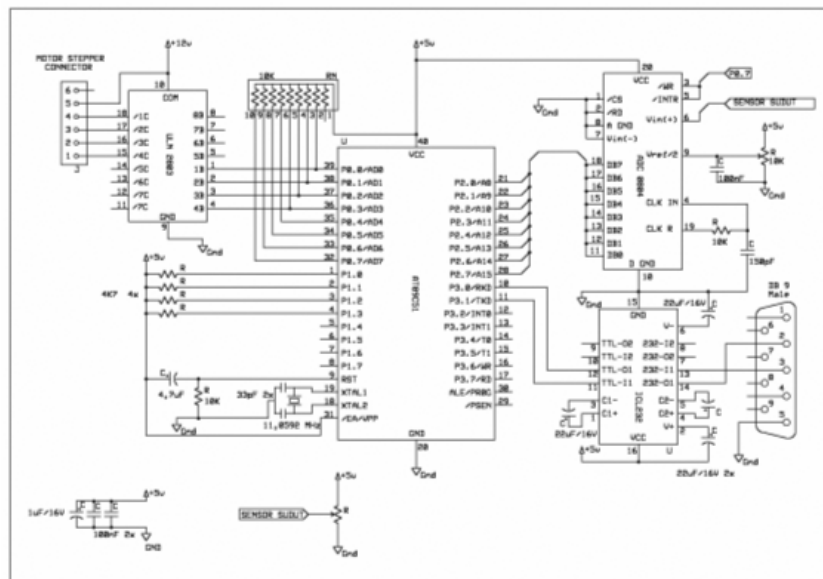
Sistem Kontrol Sensor Aktuator

Rangkaian sistem kontrol tersebut ditunjukkan pada Gambar 3 [1]. Penggerakan oleh *micro-controller* ke motor *stepper* melalui IC *driving* ULN2803 untuk menguatkan daya gerakan. ICL232 di rangkaian tersebut berfungsi sebagai penghubung komunikasi serial *microcontroller* lain di rangkaian kontrol utama.

Mikrocontroller pada sistem ini mempunyai peranan mengolah data masukan dari ADC dan data *setting point* sudut untuk selanjutnya melakukan proses menggerakkan motor *stepper*. Mikrokontroler 89C51 dipilih karena mempunyai kemampuan sebagai berikut [2]:

- Sebuah CPU 8 bit buatan Atmel yang kompatibel dengan keluarga MCS-51.
- Memiliki memori program (ROM) sebesar 4 kilobyte dan memori baca-tulis (RAM) sebesar 128 byte.
- Jalur dua arah (*bidirectional*) yang dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran.
- Dua buah *timer/counter* 16-bit.
- Sebuah *port* serial dengan kontrol *full duplex* UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*).
- Lima jalur interupsi (2 buah interupsi eksternal dan 3 buah interupsi internal)
- Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian, dan operasi boolean (bit).

Penggunaan motor *stepper* sebagai penggerak target mempunyai keunggulan diantaranya lebih mudah dalam pengaturan gerakannya sebab rotornya bergerak secara *step* per *step* sesuai kombinasi pulsa yang diberikan pada *coil* statornya. Pada desain ini digunakan motor *stepper* 12VDC dengan 200 step per 360°.



Gambar 3. Rangkaian sistem kontrol sensor aktuator.

Sedangkan untuk mengetahui posisi sudut pada target digunakan potensiometer sebagai sensor sudut yang dihubungkan dengan titik putar target. Pergerakan posisi sudut target secara bersamaan akan memutar potensiometer sehingga dapat dikatakan perubahan sudut target akan mengubah nilai resistansi potensiometer. Perubahan secara proporsional tersebut digunakan untuk mengetahui posisi sudut pada target. Selanjutnya perubahan resistansi tersebut dikonversikan ke perubahan tegangan dengan prinsip resistor sebagai *voltage divider*.

Sinyal tegangan tersebut yang masih berupa data analog dikonversikan menjadi data digital dengan ADC (*Analog to Digital Converter*). ADC yang digunakan adalah ADC 0804 buatan National Semiconductor yang mempunyai kemampuan konversi hingga 8 bit dan dioperasikan dalam mode *free running*⁽³⁾.

Gambaran fisik dari sistem kontrol sensor *actuator* diperlihatkan pada Gambar 4.

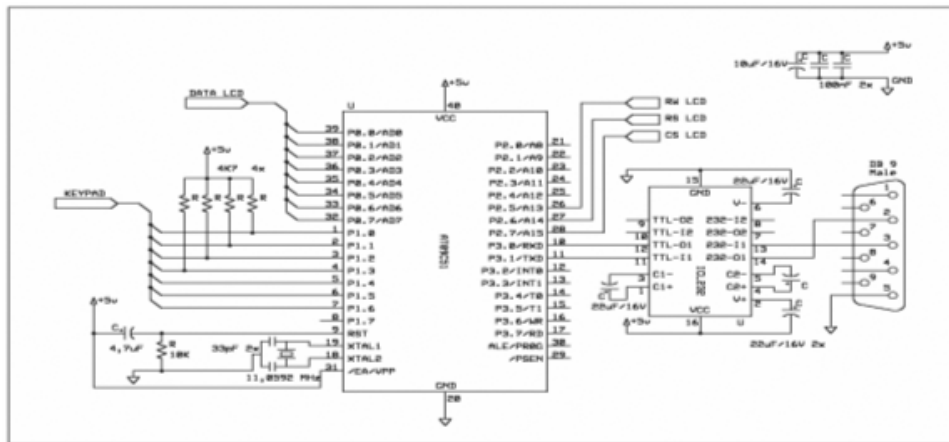


Gambar 4. Sistem kontrol sensor *actuator*.

Sistem Kontrol Utama

Rangkaian sistem ini ditunjukkan pada Gambar 5. Input sudut yang diinginkan oleh operator pada perancangan ini akan diproses dalam sistem kontrol utama. *Interface* yang digunakan untuk input sudut ini ialah sebuah *keypad* matriks 3x4. Selanjutnya data *keypad* yang ditekan dan beberapa informasi lainnya akan ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*). LCD yang dipakai adalah LCD karakter 16x2 tipe M1632 buatan Seiko Instrument. Pada saat sistem kontrol ini aktif, layar LCD akan menampilkan data sudut yang diinginkan dan kondisi sudut pada target secara *real time*.

Secara bersamaan sistem kontrol utama mengirimkan data input sudut/*setting point* sedangkan sistem kontrol sensor *actuator* juga mengirimkan data sensor sudut yang telah diubah oleh ADC. Untuk itu diperlukan komunikasi data antara kedua sistem kontrol yang terpisah ini. Komunikasi data yang digunakan adalah komunikasi serial RS-232 yang mana mempunyai kelebihan hanya memerlukan tiga buah jalur yaitu *transmitter*, *receiver* dan *ground* untuk komunikasi 8 bit data. Dan kemampuan komunikasi UART ini dilakukan sepenuhnya oleh *microcontroller* 89C51.



Gambar 5. Rangkaian sistem kontrol utama.



Gambar 6. Rangkaian sistem kontrol utama.

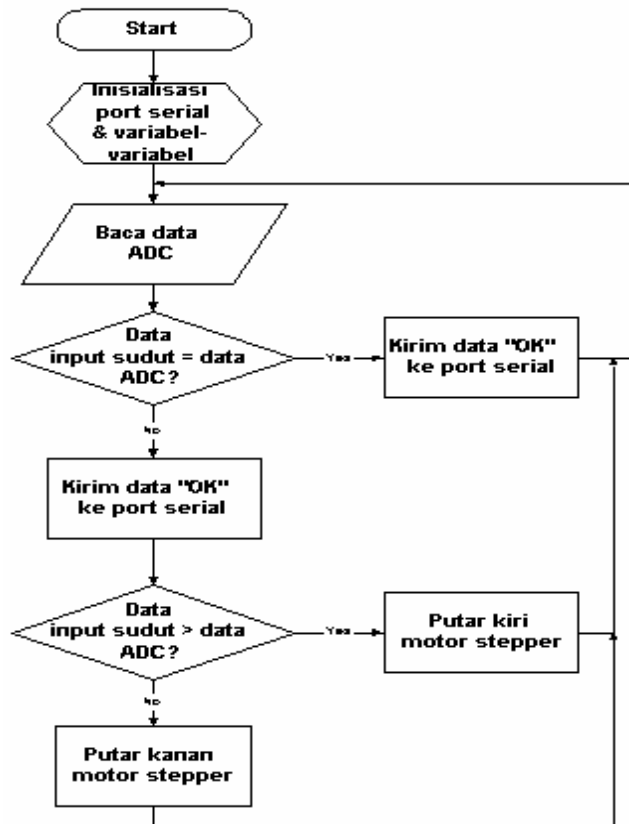
Gambaran fisik dari sistem kontrol utama ditunjukkan pada Gambar 6. Sistem kontrol utama ini dapat juga digantikan fungsinya oleh personal komputer yang mempunyai fasilitas komunikasi serial RS-232. Sehingga fungsi

keypad digantikan oleh *keyboard* dan layar monitor komputer akan menggantikan fungsi LCD. Untuk pembuatan program di komputer digunakan bahasa pemrograman visual basic.

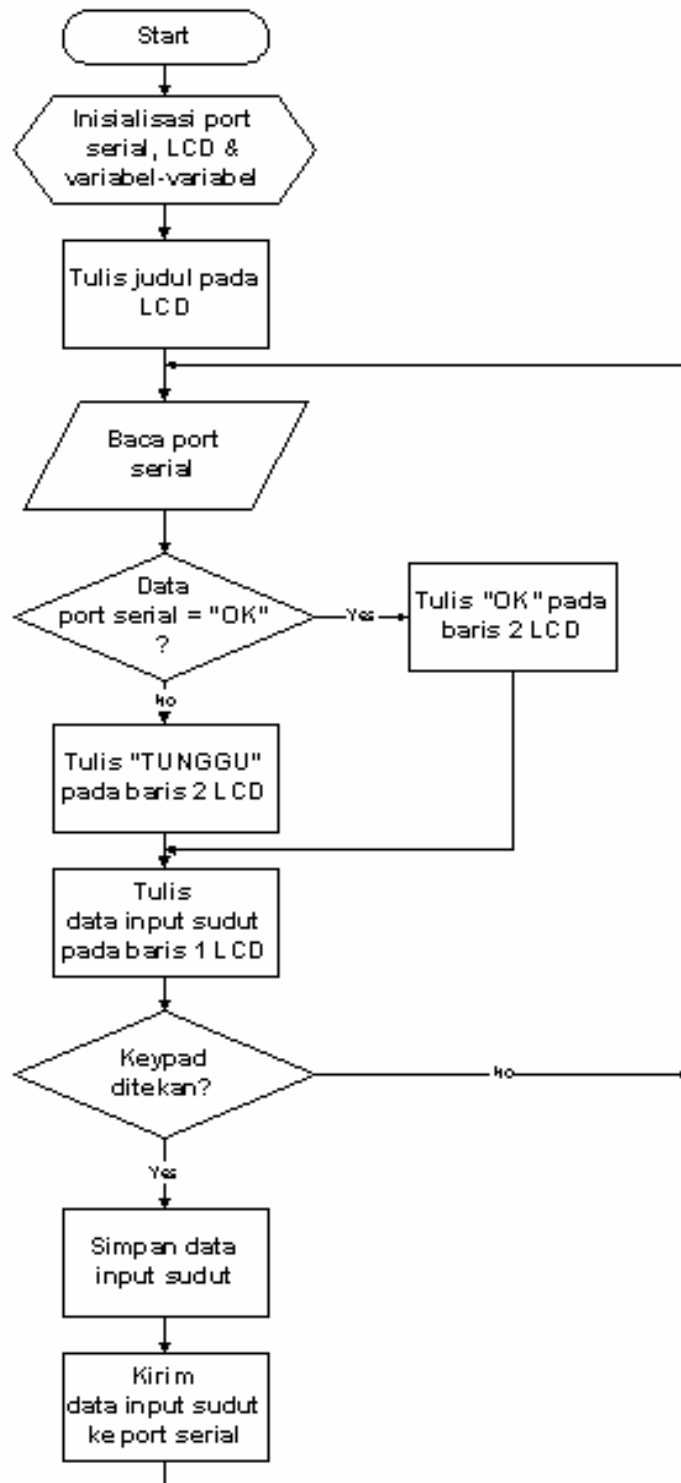
Pembuatan Program (Software)

Program yang digunakan pada mikrokontroler 89C51 adalah bahasa assembler, kemudian hasil program tersebut diubah menjadi kode hexadesimal dengan menggunakan *compiler software* Pfc32 ASM. Selanjutnya kode hexadesimal tersebut diisikan pada PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*) mikrokontroler 89C51 dengan menggunakan *89C51 programmer* buatan Cendana Electronic.

Diagram alir dari pemrograman pada *microcontroller* dalam fungsinya sebagai kontrol sensor aktuator ditunjukkan pada Gambar 7, sedang dalam fungsi sebagai kontrol sensor utama ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Diagram alir sistem kontrol sensor aktuator.

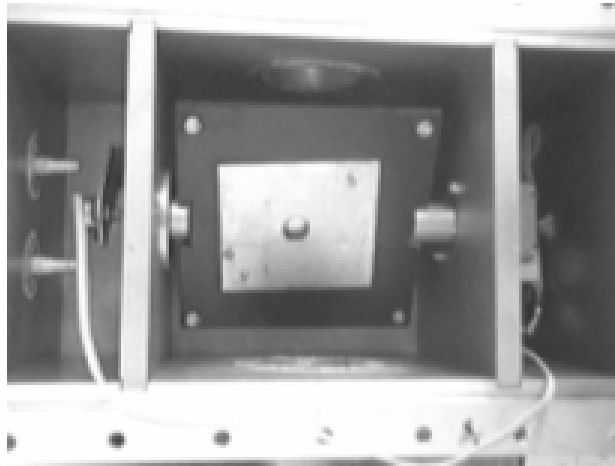


Gambar 8. Diagram alir sistem kontrol utama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sensor sudut yang diwakili oleh potensiometer menghasilkan sinyal tegangan analog yang bervariasi dari 0 volt sampai 5 volt. Kemudian dilakukan pengujian perubahan sudut terhadap perubahan tegangan yang telah terlebih dahulu dikonversikan oleh ADC menjadi data

biner 8 bit. Secara umum, hasil pengujian sudut akan didapatkan data yang berfluktuatif. Sebagai contoh untuk pengujian sudut 15° akan didapatkan data biner antara 11101000 sampai 11101111. Sehingga untuk memperoleh data sudut yang stabil, 3 bit terendah dari data ADC diabaikan. Jadi dalam sistem kontrol ini, perubahan sudut dilakukan per 15°.



Gambar 9. Konstruksi target.

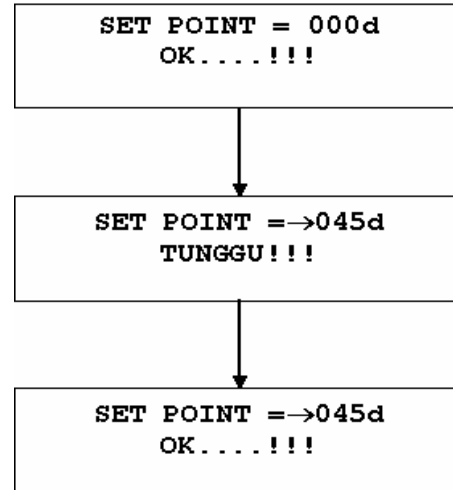
Tabel 1. Hasil pengujian ADC terhadap perubahan sudut target.

Sudut Target	Data ADC Biner								Data ADC Hexadesimal
	D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	
0°	1	1	1	1	0	0	0	0	F0
15°	1	1	1	0	1	0	0	0	E8
30°	1	1	0	1	1	0	0	0	D8
45°	1	1	0	0	1	0	0	0	C8
60°	1	0	1	1	1	0	0	0	B8
75°	1	0	1	0	1	0	0	0	A8
90°	1	0	0	1	1	0	0	0	98
105°	1	0	0	0	1	0	0	0	88
120°	0	1	1	1	1	0	0	0	78
135°	0	1	1	0	1	0	0	0	68
150°	0	1	0	1	1	0	0	0	58
165°	0	1	0	0	1	0	0	0	48
180°	0	1	0	0	0	0	0	0	40

Dari data pada Tabel 1 dapat ditentukan nilai yang diperlukan untuk mencapai sudut tertentu pada target. Sehingga jika nilai data sudut *setting point* adalah 45° yang setara dengan data 11001000_2 , sedangkan posisi sudut target 75° setara 10101000_2 maka *microcontroller* akan menggerakkan motor *stepper* yang secara otomatis akan mengubah posisi sudut pada target.

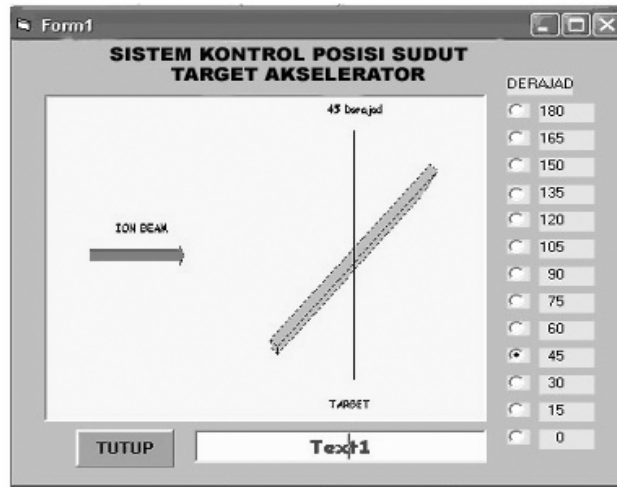
Komunikasi antara sistem kontrol sensor aktuator dan sistem kontrol utama dilakukan dengan menghubungkan kabel serial antara keduanya, selanjutnya menyalakan kedua sistem kontrol tersebut. Pada awal tampilan LCD akan menunjukkan judul alat kontrol ini diikuti informasi-informasi lainnya. Setelah itu akan muncul tampilan proses pada LCD. Sebagai contoh jika diinginkan sudut *setting point* sebesar 45° maka dengan menekan *keypad* angka 0,4 dan 5 secara berurutan, pada layar LCD nilai *setting point* akan berubah dari 000 menjadi 045. Selanjutnya ditekan tombol "#" pada *keypad* untuk mengirimkan data *setting point* tersebut ke sistem kontrol sensor aktuator. Selama beberapa detik sistem kontrol sensor aktuator yang menerima data *setting point* akan menggerakkan motor *stepper* untuk mendapatkan sudut target yang diinginkan. Pada saat ini sistem kontrol sensor aktuator akan mengirimkan data "TUNGGU" kepada sistem kontrol utama. Setelah sudut target yang diinginkan

tercapai, sistem kontrol sensor aktuator akan mengirimkan data "OK" kepada sistem kontrol utama. Proses di atas akan ditampilkan pada LCD seperti Gambar 10.



Gambar 10. Alur proses pengujian program pada LCD.

Sedangkan jika pengontrolan menggunakan personal komputer dengan program visual basic sebagai pengganti sistem kontrol utama akan dihasilkan tampilan pada layar monitor seperti Gambar 11.



Gambar 11. Contoh tampilan kontrol posisi sudut 45° pada monitor komputer yang dibuat dengan program *visual basic*.

KESIMPULAN

Unit pengendali sudut untuk posisi sudut target pada akselerator yang menggunakan kompo-nen pengolah data *microcontroller* 89C51 telah dibuat dan teruji. Hasil pengujian menunjukkan adanya kesesuaian antara tampilan pada monitor dengan posisi sudut real dari target, dan kesesuaian antara nilai *setting* dengan posisi real tersebut. Perubahan sudut dilakukan setiap 15° karena terbatas pada resolusi ADC 0804 dan kualitas potensiometer, sementara dianggap memadai mengingat ini baru tahap pengembangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ATMEL AT89C51 DATASHEET BOOK.
- [2] SUTANTO BUDDY., *Mikrokontroller AT89-C51*, <http://alds.stts.edu>, tgl. 3 Maret 2005.
- [3] NATIONAL ADC0804 DATASHEET BOOK.

TANYA JAWAB

Suhartono

- *Bagaimana mengetahui sudut tercapai sesuai yang diinginkan?*
- *Apa yang digunakan alat ini untuk mensetting sudut? Dan Bagaimana prinsip kerjanya?*

- *Jika terjadi kesalahan/kerusakan pada sistem motor stepper, apakah dapat diketahui?*

Heranudin

- Pertama-tama kita memasukkan sudut yang diinginkan melalui *keypad* atau mouse komputer (jika menggunakan PC sebagai inputan. Selanjutnya kita tekan tombol '#' pada *keypad* sebagai enter. Kemudian pada LCD atau layar komputer akan muncul teks "TUNGGU". Setelah sudut tercapai pada LCD akan muncul teks "OK", dan ini menunjukkan sudut yang diinginkan telah tercapai.
- Busur derajat digunakan untuk mengukur posisi-posisi sudut pada alat. Potensiometer yang dikopel langsung dengan as putaran sudut akan memberikan data berupa besar tegangan pada ADC. Kemudian ADC mengolah data tersebut menjadi data biner. Dari data biner tersebut dapat diketahui hubungan dengan sudut yang tercapai pada motor *stepper*. Selanjutnya dengan patokan data biner tersebut kita bisa mengatur sudut pada alat degrader ini.
- Sistem degrader ini menggunakan sistem kontrol loop tertutup. Dengan adanya umpan balik dapat diketahui apakah sistem dapat bekerja dengan sebagaimana mestinya. Jika terjadi kesalahan/ *error* maka tampilan pada LCD tidak akan berubah dalam selang waktu yang relatif lama, meskipun diubah-ubah sudut inputan.