

KENDALI POSISI PENCITRAAN PADA NEUTRON TOMOGRAPHY BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C51

NUGROHO TRISANYOTO, ANWAR BUDIANTO, SUPRIYONO, TRI SARI K
Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir (STTN) BATAN
Jl. Babarsari Kotak Pos 1008
Yogyakarta 55010 Telp. 0274 489716

Abstrak

KENDALI POSISI PENCITRAAN PADA NEUTRON TOMOGRAPHY BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C51. Tomografi neutron adalah suatu metode yang menampilkan gambar irisan dari obyek yang dihasilkan dari transmisi data, selama obyek tersebut diiradiasi dengan neutron dari beberapa arah. Pada penelitian ini dibuat pengendali rotating table yang terdiri dari keypad untuk memasukkan input dalam bentuk sudut dan kemudian diubah menjadi sinyal untuk memutar motor stepper, dan LCD sebagai penampil. Motor stepper yang digunakan adalah jenis RS. 332, 082 produksi RS komponen, dengan sudut putar 1,8 derajat. Dari hasil pengujian untuk 200 step/ putaran tanpa beban, dengan beban 5 kg, 10 kg, dan 15 kg diperoleh penyimpangan 0,5 %, untuk beban 17 kg 0,6 %. Untuk putaran 50 step/ putaran tanpa beban, dengan beban 5 kg, 10 kg, dan 15 kg diperoleh penyimpangan 0 %, untuk beban 17 kg 0,05 %. Untuk putaran 40 step/ putaran tanpa beban, dengan beban 5 kg, 10 kg, dan 15 kg diperoleh penyimpangan 0 %, untuk beban 17 kg 0,01 %.

Kata kunci : Mikrokontroler AT89C51, Tomografi Neutron, LCD, Keypad, Motor Stepper

Abstract

POSITION CONTROL FOR IMAGING PROCESS IN NEUTRON TOMOGRAPHY USING MICROCONTROLLER BASED. Neutron tomography is a method to bring up contain of an object. During the object is radiated by neutron from same direction. On this research have been the rotating table controller that consist of keypad, use to give input number in degrees and then converted to become a pulse that can turn the stepper motor, and the LCD as display. Type of stepper motor that use is RS.332.082 made from RS component, its step is 1,8 degree. The test result shows that for step 200/ rad the deviation is 0,5% for weight 0 kg, 5 kg 10 kg and 15 kg method, and for method with weight 17 kg the deviation 0,6%. For step 50/ rad the deviation is 0% for weight 0 kg, 5 kg 10 kg and 15 kg method, and for method with weight 17 kg the deviation 0,05%. For step 40/ rad the deviation is 0% for weight 0 kg, 5 kg 10 kg and 15 kg method, and for method with weight 17 kg the deviation 0,01%.

Keywords : Microcontroller AT89C51, Neutron Tomography, LCD, Keypad, Stepper motor.

PENDAHULUAN

Uji tak merusak (UTR) atau *Non destruction test (NDT)* mempunyai banyak metode yang dikembangkan dan digunakan sesuai kebutuhan. Satu diantara metode uji tak merusak adalah apa yang disebut radiografi neutron. Sumber neutron yang digunakan pada metode ini bisa berasal dari sebuah reaktor, target yang ditembak oleh sebuah akselerator, atau dari sebuah isotop pemancar neutron^[3].

Tomography sendiri pada dasarnya adalah sebuah metode pencitraan yang menyediakan tampang lintang objek dari semua sudut yang memungkinkan. Secara matematis, citra objek yang sudutnya berbeda-beda tersebut kemudian diolah dan digabungkan menjadi sebuah citra 3 dimensi. menggunakan sebuah *software*^[6]

Penerapan tomography pada radiography neutron ditandai dengan memasang sebuah *rotating table* yang diletakkan diantara detektor dan *collimator*. *Rotating table* memegang

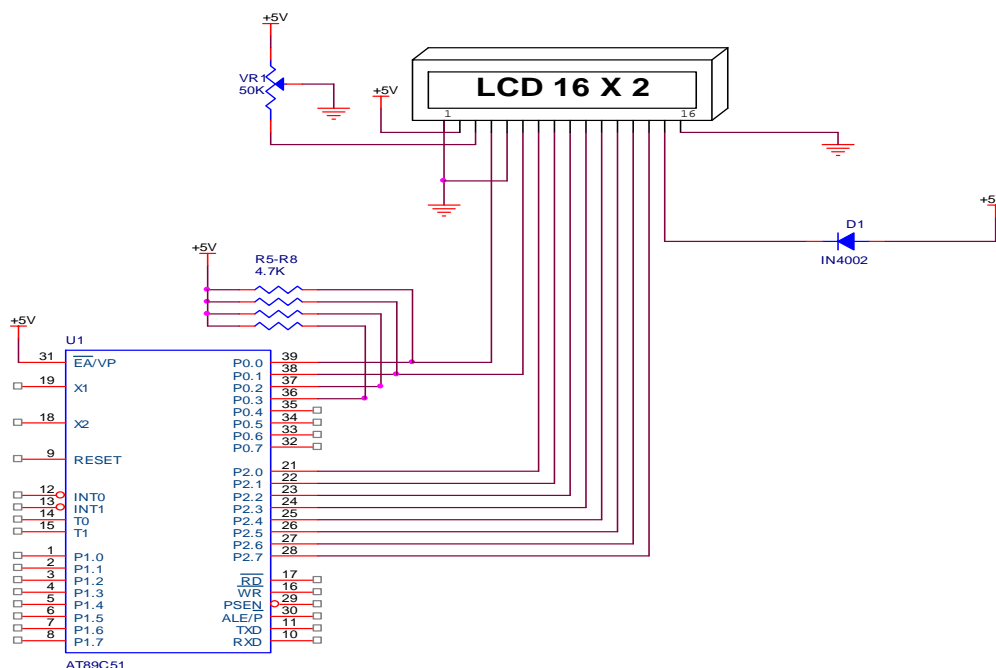
peranan yang penting dalam tomography neutron. Dengan adanya alat ini, sebuah cuplikan dapat disinari berkas neutron dari berbagai sudut yang diinginkan hanya dengan mengatur sudut putaran motornya. sehingga kumpulan citra yang diperoleh bisa dihasilkan sebuah objek tomography. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan kendali posisi pencitraan dengan Mikrokontroler AT89C51. Sedangkan penelitian sebelumnya pernah dilakukan dengan menggunakan komputer. Penggantian ini membantu *user* dalam operasi alat serta mudah dalam penggunaan dan murah.

LANDASAN TEORI

Sistem tomography adalah suatu metode yang menampilkan gambar irisan dari benda yang dihasilkan dari transmisi data dengan mengiradiasinya dari beberapa arah. Gambar tomography diperoleh dari hasil rekonstruksi kembali gambar yang didapat dengan menggunakan algoritma pengolahan citra tertentu. Gambar yang dihasilkan oleh arah dari perbedaan sudut tertentu. Analisis tak merusak dari suatu obyek dengan menggunakan neutron radiography pada umumnya diselesaikan dengan proyeksi paralel satu atau lebih dari dua dimensi. Dengan adanya *rotating table*, dimungkinkan pengambilan posisi ojek dari 0°

sampai 360°, dengan beda sudut antar step ditentukan oleh motor stepper yang digunakan. Objek hasil tangkapan detektor yang mempunyai perbedaan sudut inilah yang kemudian direkonstruksi dengan algoritma pengolahan citra tertentu dan dihasilkan Citra 3 dimensi dari objek.

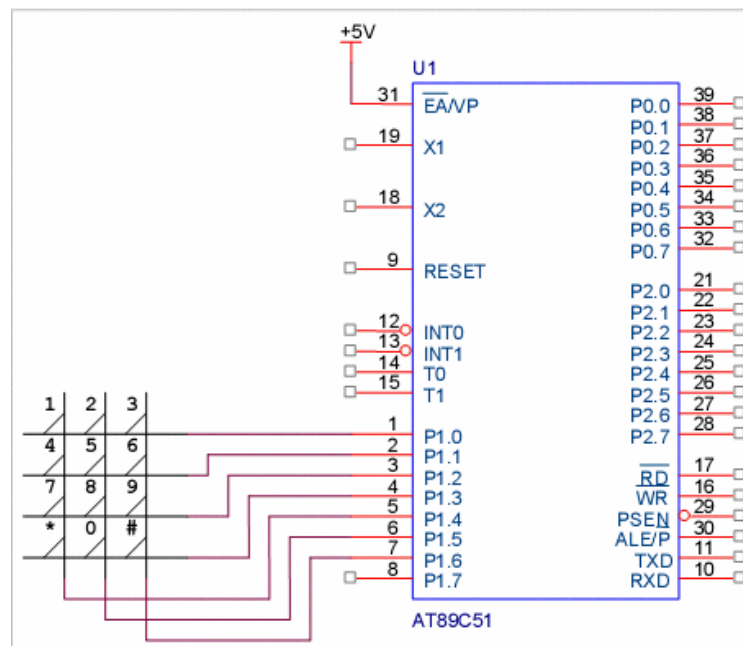
Mikrokontroler adalah sebuah chip, kata mikro memberi arti bahwa obyek tersebut berukuran kecil, sedangkan kontroler dalam bahasa inggris memberi arti bahwa alat tersebut bisa digunakan untuk mengontrol obyek, proses maupun kejadian. Dalam penggunaannya pada mikrokontroler biasanya ditanamkan program kemudian dipasang pada alat yang akan dikontrol. Mikrokontroler mempunyai kemiripan dengan mikroprosesor dalam sebuah computer. Keduanya memiliki *central processing unit* (CPU). Suatu CPU mengeksekusi instruksi-instruksi logika, matematika, dan fungsi-fungsi data dari sebuah komputer, sedangkan mikrokontroler hanya mengerjakan tugas khusus atau satu tugas saja. Perbedaan lainnya adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat berbeda antara komputer dengan mikrokontroler. Dalam mikrokontroler ROM jauh lebih besar dibanding RAM, sedangkan komputer atau PC RAM jauh lebih besar dibanding ROM^[4].



Gambar 1. Rangkaian Mikrokontroler AT 89C51 dengan LCD

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan suatu modul penampil yang tersusun dari susunan dot matrik kristal cair. Suatu LCD tersusun dari *dot matrik LCD Controller, segment driver, LCD panel*. Kontroler LCD telah bergabung dengan RAM atau ROM pembangkit karakter. Semua fungsi penampil dikendalikan oleh instruksi-instruksi sehingga dapat mudah dihubungkan dengan mikrokontroler.

Keypad matriks 4 X 3 adalah tombol yang berupa matriks 4 baris dan 3 kolom. Nilai masukan dari keypad adalah sesuai dengan posisi tombol, yaitu tergantung letak baris dan kolomnya. Misalnya tombol 1 berada pada kolom pertama dan baris pertama (Kolom 1, baris 1), begitu juga untuk tombol yang lain terletak pada baris dan kolom sesuai dengan konfigurasinya^[7]



Gambar 2. Key pad dan Mikrokontroler AT 89C51

Motor stepper (langkah) merupakan motor yang digunakan bila dikehendaki jumlah putaran yang tepat atau diperlukan putaran sebagian dari putaran motor. Pada dasarnya ada 2 jenis motor stepper yaitu: **unipolar** dan **bipolar**. Pada penelitian ini menggunakan Sebuah motor jenis unipolar jenis RS 332 .082 Produksi RS komponen, dengan sudut putar 1,8 derajat.

Perbedaan utama antara Unipolar dan Bipolar adalah:

Unipolar terdiri dari :

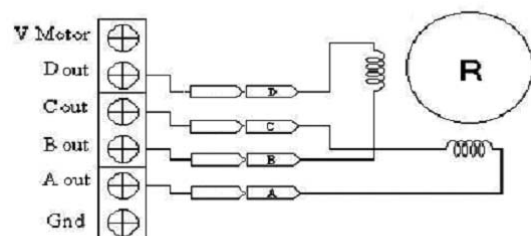
1. Arus pada koil dapat berbolak balik untuk mengubah arah putar motor
2. Lilitan motor hanya satu dan dialiri arus dengan arah bolak-balik

Bipolar terdiri dari :

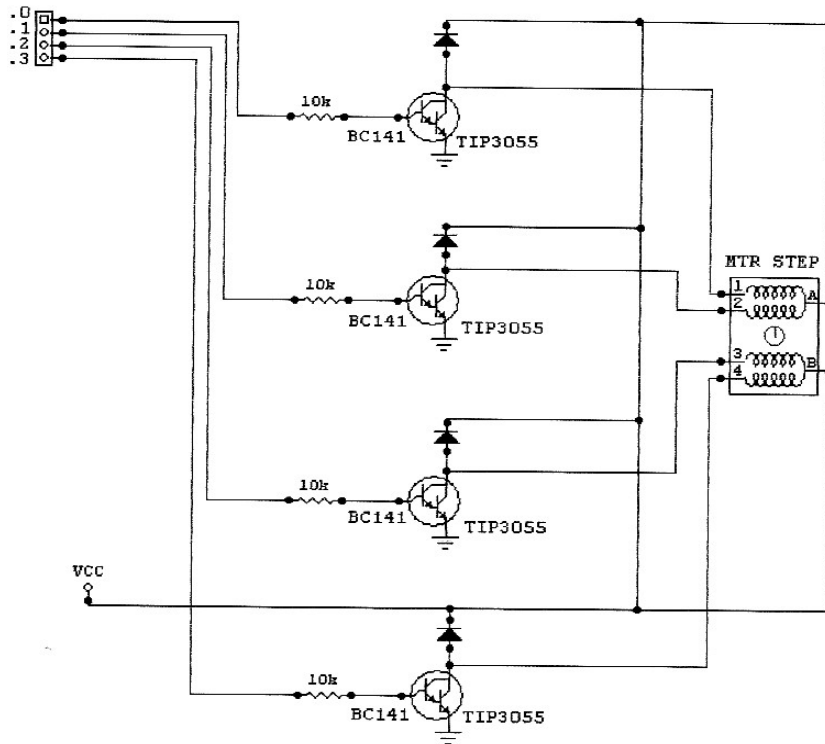
1. Arus mengalir satu arah, dan perubahan arah putar motor tergantung dari lilitan (koil) yang dialiri arus.

2. Lilitan terpisah dalam 2 bagian dan masing-masing bagian hanya dilewati arus dalam satu arah saja.

Pada Gambar 3.adalah data teknis *Motor Stepper* produksi Rs Stock no 33.082



Gambar 3. Data Teknis Motor Stepper

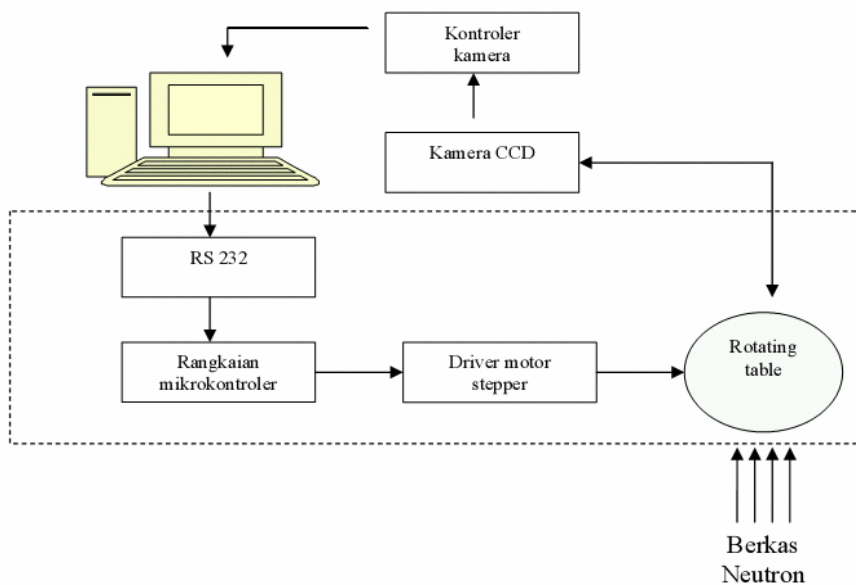


Gambar 4. Driver Motor Stepper

Rangkaian Gambar 4 adalah driver motor yang diinginkan operator lewat keypad yang menggunakan untuk menggerakkan motor stepper dengan konfigurasi yang sesuai terhubung dengan mikrokontroler.

TATA KERJA

Tata laksana penelitian

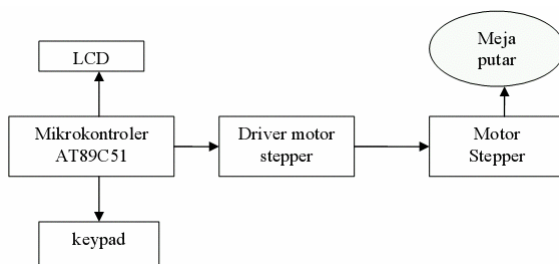


Gambar 5. Blok Diagram Sistem Tomography Neutron

Gambar 5 Blok diagram sistem tomography secara lengkap, sedang yang dilakukan, dimana batasan penelitiannya adalah kotak garis putus-putus. Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak pada sistem kendali .

Perangkat keras meliputi rangkaian sistem minimum sedangkan perangkat lunaknya akan dibuat menggunakan BASIC.

Perancangan Perangkat Keras



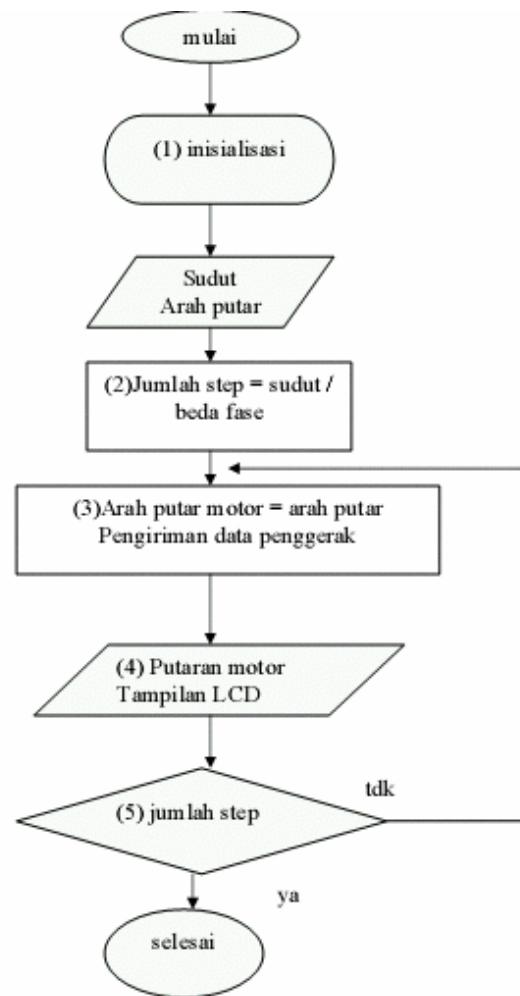
Gambar 6. Rangkaian Perangkat Keras

Gambar 6 menunjukkan rangkaian perangkat keras yang di bangun untuk mengendalikan meja putar.

1. Mikrokontroler AT89C51 berisi program yang mengendalikan masukan melalui keypad, tampilan LCD, posisi motor stepper melalui driver. Posisi material yang diletakkan di meja putar.
2. Nilai posisi dimasukkan lewat keypad dan ditampilkan melalui LCD.
3. Dengan adanya rotating table dimungkinkan pengambilan posisi objek dari sudut 0° sampai 360°, dengan beda fase sudut 1.8°.

Perancangan Perangkat Lunak

Mikrokontroler tidak berarti apa-apa jika tidak berisi suatu program yang ditanam pada memori mikrokontroler tersebut. Program ini dapat ditanam pada memori internal maupun eksternal. Hal ini berarti bahwa suatu program harus dibuat agar mikrokontroler dapat menjalankan tugas sesuai dengan aplikasi yang diinginkan. Program yang sudah ditulis dan disimpan lalu di *compile*, jika program tidak sesuai maka akan muncul kata *error*, itu tanda bahwa program yang dibuat masih salah. Program yang sudah benar lalu ditanam ke IC mikrokontroler lewat loader. Adapun diagram alir ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir

Keterangan Gambar 7 diagram alir adalah:

1. Inisialisasi
Pada proses ini yang dilakukan adalah memberikan nilai, dan mengaktifkan perangkat-perangkat luar yang akan digunakan. Inisialisasi ini adalah proses deklarasi dari nilai-nilai yang akan digunakan dalam program/perangkat lunak. Inisialisasi ini terdiri dari single, word, integer, byte, bit. Inisialisasi ini dilakukan pada port yang akan digunakan dan pengaturan pada LCD, keypad, dan driver motor.
2. Program Utama
Program utama ini merupakan bagian inti dari program yang dibuat, adapun program utama dari program ini adalah
Masukan = sudut
Putaran = masukan/step
3. Input Data

Perintah yang berfungsi untuk memberi masukan pada motor stepper supaya dapat berputar sesuai dengan input yang diberikan, input berasal dari keypad.

4. Proses Pengolahan Data

Program proses pengolahan data berfungsi untuk arah putaran motor stepper, yaitu kanan dan kiri adapun program nya adalah:

P3 = &H01

Waitms 250

P3 = &H02

Waitms 250

P3 = &H04

Waitms 250

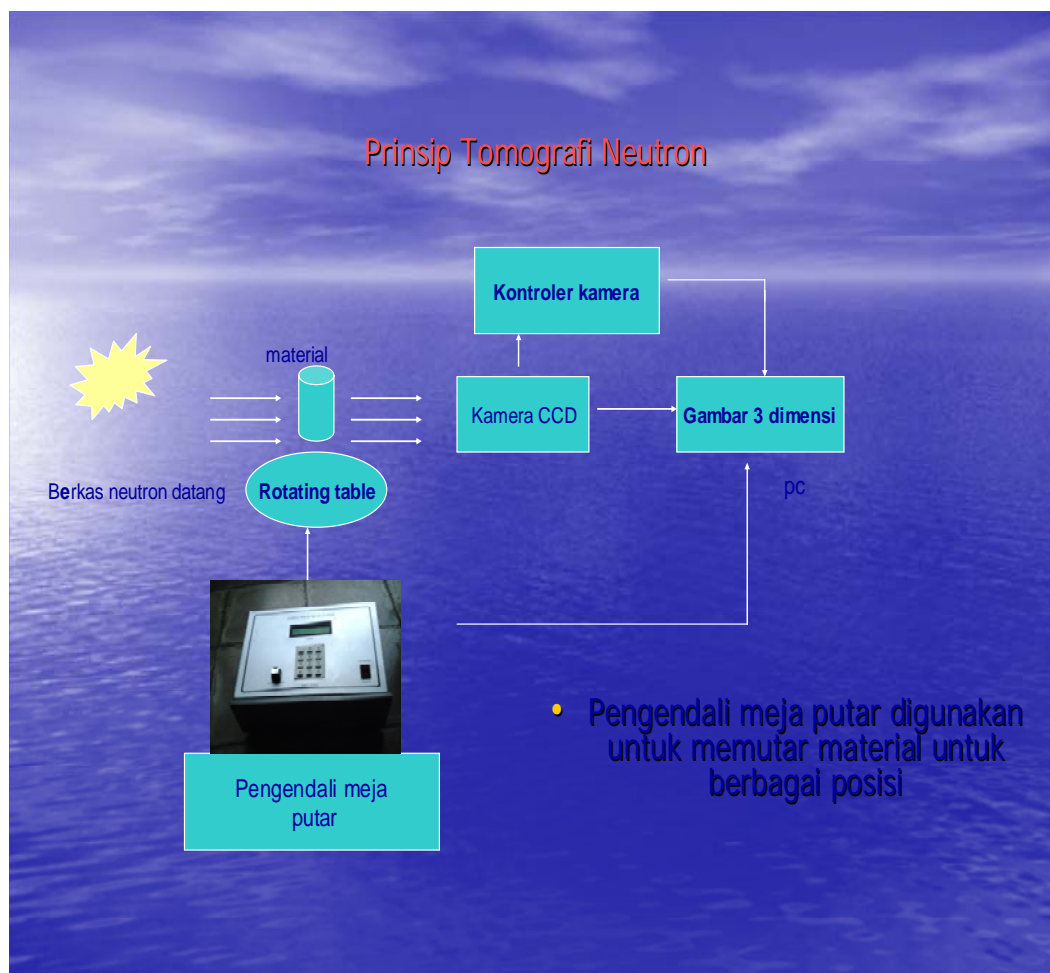
P3 = &H08

Waitms 250

5. Output Data

Pada proses ini data di dapat dari proses perhitungan dari program utama yang ditampilkan pada LCD dan perputaran motor stepper.

HASIL DAN PEMBAHASAN

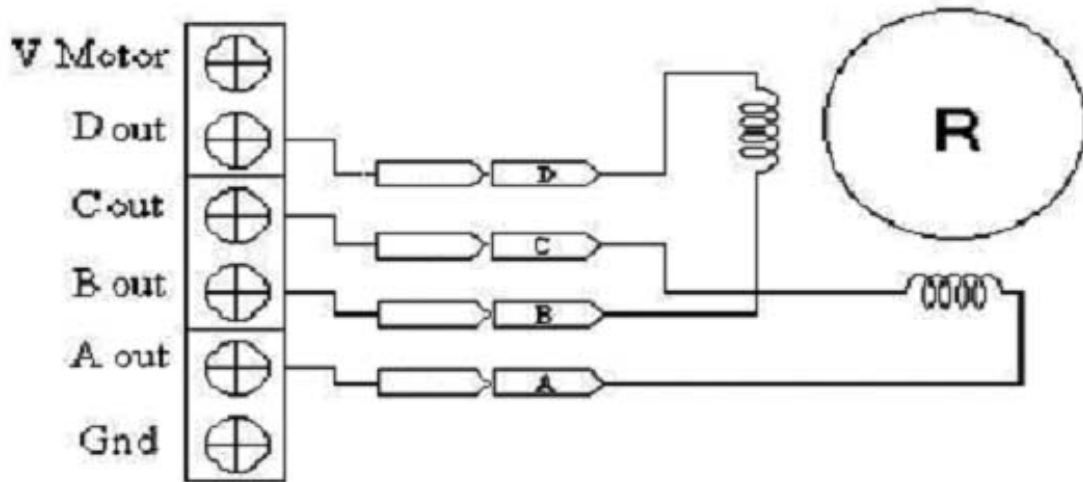


Gambar 8. Proses Pengambilan Data

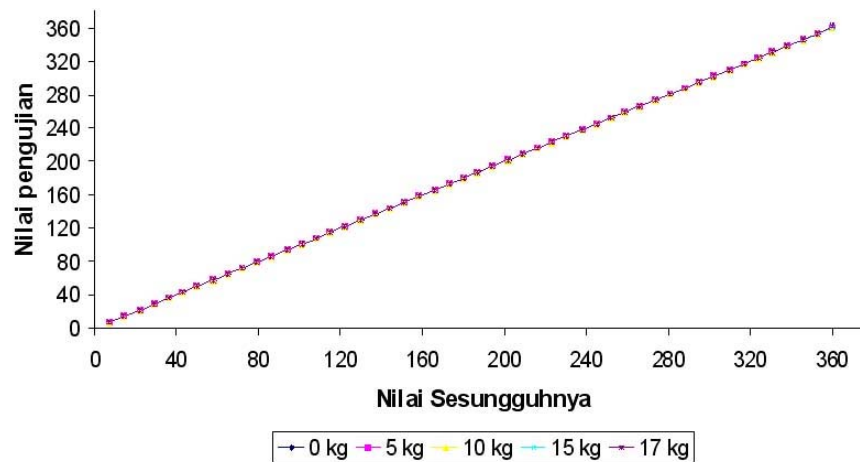
Gambar 8 tata cara pengambilan data yang ditampilkan pada Gambar 9,10 dan 11. Dari pengambilan data dapat diketahui gambar keluaran yang dihasilkan oleh alat yang dibuat yang ditunjukkan pada Gambar 9,10 dan 11

Gambar 9 Hasil pengujian putaran motor 200 kali/satu putaran dengan beban,

perbandingan antara nilai sesungguhnya dan nilai pengujian dengan putaran motor 200 kali/satu putaran dengan variasi beban pada beban 0 kg, 5 kg, 10kg, 15kg, dan 17 kg dari Gambar 8 didapat persamaan regresi $r = 1$, hasil ini menunjukkan bahwa alat yang dibuat baik.



Gambar 9. Hasil Pengujian Putaran Motor 200 Kali/Satu Putaran

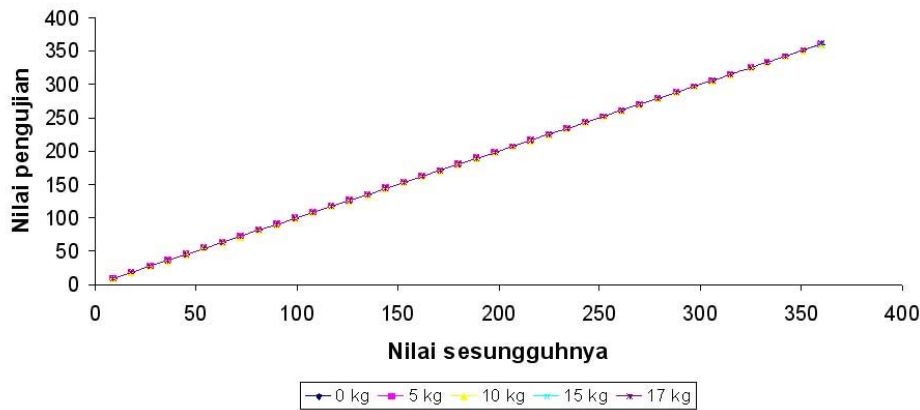


Gambar 10. Hasil Pengujian Putaran Motor 50 Kali/Satu Putaran dengan Beban

Gambar 10 menunjukkan hasil pengujian putaran motor 50 kali/satu putaran dengan variasi beban, perbandingan antara nilai sesungguhnya dan nilai pengujian dengan putaran motor 50 kali/satu putaran dengan

variasi beban pada beban 0 kg, 5 kg, 10kg, 15kg, dan 17 kg dari Gambar 8 di dapat persamaan regresi

$R = 1$, hasil ini menunjukkan bahwa alat yang dibuat linier.



Gambar 11. Hasil Pengujian Putaran Motor 40 Kali/Satu Putaran Dengan Beban

Gambar 11 menunjukkan hasil pengujian putaran motor 40 kali/satu putaran dengan variasi beban, perbandingan antara nilai sesungguhnya dan nilai pengujian dengan putaran motor 40 kali/satu putaran dengan variasi beban pada beban 0 kg, 5 kg, 10kg, 15kg, dan 17 kg dari Gambar 9 di dapat persamaan regresi

$R = 1$, hasil ini menunjukkan bahwa alat yang dibuat linier terhadap beban

Uji karakteristik rangkaian *system minimum* mikrokontroller

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sudut yang dihasilkan dari sudut

masukan yang diberikan oleh *user*, besarnya penyimpangan sudut juga dapat diketahui dari pengujian ini. Cara pengujian ini dilakukan dengan dua cara, yang pertama dengan mengukur sudut dari masukan yang sudah ditentukan oleh *user* tanpa menggunakan beban dan pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan beban. Dari hasil pengujian diperoleh data, maka dapat dihitung besarnya eror, berikut adalah perhitungan eror :

$$\text{Penyimpangan} = \frac{\text{Nilai Sesungguhnya} - \text{Nilai Pengujian}}{\text{Nilai Sesungguhnya}} \times 100\%$$

Tabel 1. Hasil Perhitungan Penyimpangan Sudut dengan Variasi Beban

Jumlah step	Tanpa beban	Dengan Beban 5Kg	Dengan Beban 10Kg	Dengan Beban 15Kg	Dengan Beban 17Kg
200 / putaran	0.5%	0.5%	0.5 %	0.5 %	0.6%
50 / putaran	0%	0%	0 %	0 %	0.05%
40 / putaran	0%	0%	0 %	0 %	0.01 %

Dari Tabel 1 dapat ditunjukkan data akurasi yang dimiliki oleh motor stepper. Karena hasil yang diperoleh akurat, dimana jarum penunjuk pada motor stepper berhenti di penanda sudut busur sesuai dengan jumlah stepnya, maka grafik yang dihasilkan dapat terlihat antara nilai sebenarnya dan nilai pengujian memiliki titik yang berhimpit. Hal ini dapat terjadi karena sudut yang dibentuk oleh motor stepper dan ditunjukkan oleh busur sangatlah kecil, sehingga mata mengabaikan kesalahan mikroskopik dan menerjemahkan

pergerakan dari motor stepper selalu tepat pada titik-titik penanda busur derajat.

Pada Tabel 1 dapat dilihat pula adanya penyimpangan pada masukan 200/putaran, terdapat kesalahan baik dengan beban maupun tanpa beban ini dikarenakan kapasitas neutron tomography maksimal adalah 15 kg. Neutron tomografi dirancang dengan spesifikasi mampu menggerakkan beban maksimal 15 kg dengan volume $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$, untuk faktor *gear reduction* 1 : 20.

Dari data diperoleh penyebab munculnya eror pada alat kendali posisi, yaitu pada input sudut yang berasal dari keypad dan beban. Dalam penelitian ini menggunakan motor stepper bipolar dengan beda fase 1.8 derajat. Untuk beban material di bawah 15 kg dengan input 50/putaran dan 40/putaran tidak memberikan eror, dalam arti motor masih dapat berputar dengan normal untuk range beban tersebut sedangkan untuk beban di atas 17 kg, akan muncul vibrasi motor stepper yang mengakibatkan *error*, karena motor stepper tidak bisa berputar dengan sempurna.

Diadakannya penelitian ini adalah sebagai gantinya dari sistem kendali yang menggunakan komputer pribadi sebagai kendali posisi target di atas meja putar, target yang akan ditembak neutron harus dapat diputar serta difoto sesuai dengan keinginan untuk membentuk gambar tiga dimensi, beban maksimum meja putar adalah 15 kg. Gerakan motor stepper tiap stepnya adalah 1,8 derajat maka untuk satu putaran 360 derajat diperlukan 200 step. Untuk membuktikan rancangan yang telah dibuat sesuai dengan rencana, maka diadakan pengujian pengujian dilakukan dengan beban maupun tanpa beban. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada 200/putaran, 50/putaran dan 40/putaran maka diperoleh hasil seperti pada Tabel tiga.

KESIMPULAN

Dari hasil rancang bangun kendali posisi pencitraan pada neutron tomography berbasis mikrokontroler dapat disimpulkan sebagai berikut bahwa dari hasil pengujian sistem didapat penyimpangan untuk 200 kali/putaran tanpa beban, dengan beban 5 kg, 10 kg, 15 kg diperoleh penyimpangan 0.5 % untuk beban 17 kg 0.6 %. Sedangkan untuk 50 kali/putaran tanpa beban, dengan beban 5 kg, 10 kg, 15 kg diperoleh penyimpangan 0 %, untuk beban 17 kg 0.05 %, dan 40 kali/putaran tanpa beban, dengan beban 5 kg, 10 kg, 15 kg diperoleh penyimpangan 0 %, dengan beban 17 kg 0.01% ini berarti sistem minimum yang dibuat linier.

DAFTAR PUSTAKA

1. ATMEL.2000, Flash Microcontroller : Architectural Overview, Atmel Inc., USA <http://www.atmel.com>

2. ATMEL.2000, 8 Bit Microcontroller with 4k Byte Flash: AT89C51, Atmel Inc., USA <http://www.atmel.com>
3. ANZENBERG, and VERED, 2004, *Three Easy Steps to a Perfect Neutron Radiograph*.
4. DIDIN WAHYUDI, 2007 Belajar mudah Mikrokontroler
5. RIFAI A., 2003, Bahasa Pemrograman Mikrokontroler, P2PN BATAN, Jakarta.
6. RICHARDS, WADE J, GIBBONS, M.R., and SHIELDS, K.C., Neutron Tomography Developments and Applications, 2003, UCD McClellan Nuclear Radiations Center, University of California, Davis
7. SANYOTO NUGROHO TRI, 2005, Rancang Bangun Area Monitor Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Detektor Geiger Muller, STTN BATAN, Yogyakarta.

TANYA JAWAB

Pertanyaan

1. Apa fungsi utama dari alat yang dibuat, ceritakan secara singkat cara penggunaannya? (Supriyono)
2. Apa kelebihan alat yang anda buat jika dibandingkan dengan menggunakan personal computer ? (Wawan Susanto)
3. Dilihat dari gambar yang ada, jenis motor apa yang dipakai? Berapa ampere kemampuannya untuk menggunakan beban tersebut? (Sajima)
4. Sebagai alat kendali posisi neutron tomography dengan memutar meja sebagai tempat sample, berapakah beban maksimum yang dapat di tahan? Bagaimana jika terjadi kelebihan beban, apa yang terjadi? (Ferry Suyatno)

Jawaban

1. Alat ini digunakan sebagai kendali posisi benda yang di pasang pada meja putar (rotaring table) agar benda dapat di sinari berkas neutron dari berbagai sudut yang diinginkan dengan mengatur sudut putaran motornya sehingga kupulan citra yang diperoleh dapat di hasilkan sebuah objek thermography.
2. kelebihannya adalah alat lebih mudah untuk dioperasikan oleh operator, sifatnya portable, dan lebih murah harganya.

3. motor yang digunakan adalah motor stepper dan kemampuannya sebesar 600 mA.
4. beban maksimum yang dirancang adalah sebesar 15 kg. jika terjadi kelebihan beban maka akan terjadi vibrasi motor stepper yang berakibat error.