

**PEMBUATAN SISTEM PENGENDALI PARAMETER TEGANGAN,
ARUS DAN PEWAKTU PADA PESAWAT SINAR-X MOBILE TYPE IX 7-
02 MENGGUNAKAN PERSONAL COMPUTER**

Sujatno¹,Tatah Nurbarkah², Toto Trikasjono³, Nugroho⁴
Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – Badan Tenaga Nuklir Nasional
sttn@batan.go.id , sttn@sttn-batan.ac.id

ABSTRAK

PEMBUATAN SISTEM PENGENDALI PARAMETER TEGANGAN, ARUS DAN PEWAKTU PADA PESAWAT SINAR-X MOBILE TYPE IX 7-02 MENGGUNAKAN PERSONAL COMPUTER. Telah dibuat sistem pengendali parameter pesawat sinar-X mobile IX 7-02 menggunakan personal komputer. Pesawat sinar-X (Rontgen) merupakan salah satu alat yang digunakan untuk melakukan diagnosa medis yang memanfaatkan sinar-X. Sebelum pengoperasian pesawat sinar-X perlu dilakukan pengaturan (setting) parameter yaitu tegangan tinggi (kV), arus tabung (mA) dan waktu paparan (s). Sistem pengendali pesawat sinar-X konvensional masih menggunakan sistem analog. Operasi pesawat sinar-X dengan sistem analog unjuk kerjanya kurang akurat, oleh karena itu dilakukan perekayasaan sistem pengendali dengan menggunakan mikrokontroler AT89S51 dan pengaturan nilai parameter melalui personal computer. Pada pengaturan tegangan terbatas hanya sampai pada pergerakan motor stepper yaitu yang menggerakkan rangkaian dimmer, pada pengujian dihasilkan besar sudut motor stepper dengan nilai tegangan 50 kV, 60 kV, 70 kV, 80 kV, 90 kV dan 100 kV berturut-turut sebesar 164°, 182°, 200°, 218°, 236° dan 258°. Pilihan arus sebanyak 4 pilihan yaitu 50 mA, 60 mA, 70 mA dan 80 mA dapat berhasil mengaktifkan relay. Pengaturan waktu paparan dalam rentang 0,01 s.d 1 detik yang diatur melalui program mikrokontroler dapat terealisasi dengan baik.

Kata kunci : pesawat sinar-X, tegangan, arus, pewaktu, personal computer.

ABSTRACT

DESIGN OF CONTROL SYSTEM PARAMETERS OF VOLTAGE, CURRENT AND TIMER ON X-RAY DEVICE MOBILE TYPE IX 7-02 USING PERSONAL COMPUTER. The control system has made a parameter X-ray machine mobile IX 7-02 using personal computers. The X-Ray or Rontgen apparatus is an equipment used for medical diagnosis. Before the X-Ray apparatus is operated, its parameter to be set are high voltage (kV), tube current (mA) and exposure time (s). The control system in a conventional X-Ray apparatus still use analog system. On the X-Ray manual operations resulted the value of velocity data that are less accurate, therefore it needs to be carried out a control system modifying using microcontroller AT89S51 and the parameter value was setting through personal computer. In the limited voltage regulation to the movement of the stepper motor that drives the chain dimer, the result of testing obtained the value of angle stepper motors with an estimated value of voltage 50 kV, 60 kV, 70 kV, 80 kV, 90 kV and 100 kV respectively 164°, 182°, 200°, 218°, 236° and 258°. Current selection by 4 choices such as 50 mA, 60 mA, 70 mA and 80 mA can successfully activate the relay. The timing of exposure in the range of 0.01 to 1 second which is set through the microcontroller program can be realized as well. The X-ray can be operated with these results.

Keywords : X-Ray device, voltage, current, timer, personal computer.

PENDAHULUAN

Pencitraan sederhana pertama yang ditemukan dalam bidang kedokteran adalah teknologi *X-Ray* yang merupakan tulang punggung pencitraan medis yang masih terus bertahan karena biaya yang relatif murah dalam hal akuisisi data dan prosedur diagnostik, serta kecepatan memperoleh hasil [1].

Sistem pengendali pesawat sinar-X konvensional masih menggunakan sistem analog, operasionalnya yang manual mengakibatkan kecepatan nilai data yang diperoleh kurang akurat. Hal ini akan mempengaruhi sinar-X yang dihasilkan.

Seiring dengan perkembangan teknologi, telah dilakukan beberapa modifikasi terhadap pesawat sinar-X dengan menggunakan mikrokontroler. Dalam sistem tersebut mikrokontroler dipergunakan sebagai pengatur parameter secara otomatis dengan mengaplikasikan *keypad* sebagai pengatur nilai parameter dan LCD sebagai penampil nilai parameter.

Sebagai pengembangan dan inovasi baru maka dilakukan penelitian pada sistem pengendali pada pesawat sinar-X berbasis mikrokontroler dengan antarmuka *personal computer*.

DASAR TEORI

Pesawat Sinar-X

Pesawat sinar-X atau pesawat Rontgen merupakan salah satu alat yang digunakan untuk melakukan diagnosa medis yang memanfaatkan sinar-X. Sinar-X yang dipancarkan dari tabung diarahkan pada bagian tubuh dan akan ditangkap oleh film, sehingga akan terbentuk gambar dari bagian tubuh yang disinari.

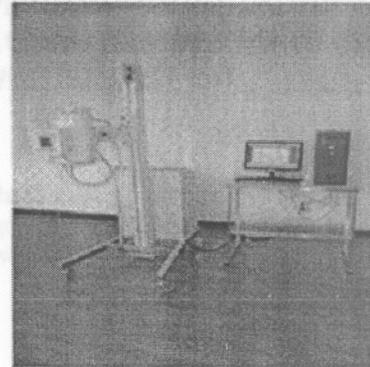
Sinar-X dihasilkan di dalam suatu tabung gelas hampa udara dan secara umum terdiri dari sumber untuk memproduksi elektron, sumber energi untuk mempercepat elektron, lintas elektron bebas, pemokus berkas elektron, dan bahan untuk menghentikan elektron [1]. Contoh foto pesawat sinar-X dapat dilihat pada Gambar 1.

Untuk dapat menghasilkan suatu pencitraan sinar-X diperlukan beberapa instrumentasi yang baku sebagai berikut [2]:

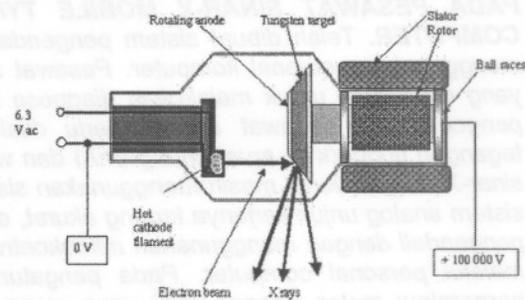
1. Tabung sinar-X

Tabung sinar-X berisi filamen yang juga sebagai katoda dan berisi anoda. Filamen terbuat dari tungsten, sedangkan anoda terbuat dari logam anoda (Cu, Fe atau Ni). Anoda biasanya dibuat berputar supaya permukaannya tidak lekas rusak yang

disebabkan tumbukan elektron. Tabung sinar-X ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Pesawat sinar-X



Gambar 2. Tabung sinar-X [3]

2. Trafo tegangan tinggi

Trafo tegangan tinggi berfungsi pelipat tegangan rendah dari sumber menjadi tegangan tinggi antara 30 kV sampai 100 kV. Pada trafo tegangan tinggi diberi minyak sebagai media pendingin. Trafo tegangan tinggi berfungsi untuk mempercepat elektron di dalam tabung.

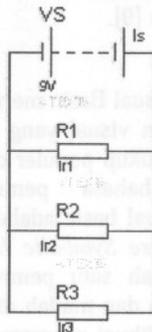
3. Instrumentasi kontrol

Sistem kontrol berfungsi sebagai pengatur parameter pada pengoperasian pesawat sinar-X. Instrumentasi kontrol terbagi menjadi 5 modul yaitu:

- modul *power supply* (catu daya DC)
- modul pengatur tegangan (kV)
- modul pengatur arus (mA)
- modul pengatur waktu pencitraan (S)
- modul kendali sistem
- catu daya AC dari sumber PLN

Rangkaian Pengatur Arus

Rangkaian pengatur arus dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Rangkaian dasar pengatur arus

Berdasarkan hukum Ohm, yaitu hubungan antara tegangan listrik (V), arus listrik (I) dan tahanan listrik (R) dapat dibuat persamaan (1)

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan (1), Gambar.3 dapat dirumuskan sebagai persamaan (2)

$$I_s = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_s = \frac{V_s}{R_1} + \frac{V_s}{R_2} + \frac{V_s}{R_3} \quad (2)$$

Berdasarkan persamaan (1) yaitu untuk nilai tegangan yang tetap maka semakin besar arus akan mengakibatkan nilai tahanan semakin kecil dan begitu juga sebaliknya, sehingga hubungan antara arus dan tahanan adalah berbanding terbalik. Dengan teori ini maka pengaturan arus dapat dilakukan dengan mengubah-ubah nilai tahanan.

Pengaturan arus pada pesawat sinar-X berfungsi untuk mengatur arus yang digunakan untuk menghasilkan elektron dengan memanaskan filamen. Pengaturan ini mempengaruhi intensitas sinar-X yang akan ditembakkan [4].

Dimmer

Dimmer merupakan suatu pengatur tegangan yang pada penelitian ini diharapkan mampu menggantikan *variable* transformator, sebagai komponen utama pengatur tegangan pesawat sinar-X. Prinsip kerja *dimmer* adalah dengan memvariasi siklus kerja (*duty cycle/on-off*) dari tegangan input AC penuh sehingga dihasilkan tegangan *output* AC yang bervariasi.

Rangkaian *dimmer* menggunakan *thyristor* sebagai komponen utamanya. *Thyristor* berakar kata dari bahasa Yunani yang berarti "pintu", karena sifat dari komponen ini yang mirip dengan pintu yang dapat dibuka dan ditutup untuk melewatkan listrik. Prinsip kerja *thyristor* sebagai pengatur tegangan adalah melewatkan listrik sesuai dengan *trigger* yang diberikan kepada *gate thyristor*. "Lebar pintu"

thyristor ditentukan oleh seberapa besar tegangan yang diberikan sebagai *triggernya*. Semakin tinggi tegangan *gate*, semakin besar tegangan yang dilewatkan.kinerja itu disebut dengan teknik *switching*. Karena menggunakan teknik *switching* dari pada pembagian potensial, *thyristor* hampir tidak membuang daya.

Thyristor yang digunakan sebagai rangkaian *dimmer* ini adalah Triac. Triac memiliki 3 terminal, yaitu terminal pengontrol (terminal *Gate*), *main* terminal 1 (A1), dan *main* terminal 2 (A2). Triac dapat mengalirkan arus bolak balik, tidak seperti *SCR* yang hanya mengalirkan arus searah (dari terminal anoda ke terminal katoda)[5].

Timer

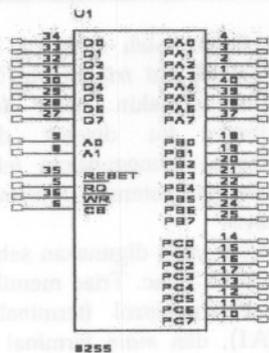
Timer berfungsi sebagai pewaktu (pengatur lamanya waktu) dalam melakukan *exposure* (pemaparan) sinar-X.

Pada pesawat sinar-X konvensional digunakan *timer* dengan sistem mekanik. Ketepatan sistem mekanik biasanya kurang karena adanya gesekan-gesekan yang menghambat kerja *timer*, sehingga tingkat kepresisiannya rendah. Hal ini akan mempengaruhi hasil sinar-X yang dikeluarkan tabung. Pada penelitian ini *timer* diambilkan dari mikrokontroler, sehingga tingkat ketepatannya dapat lebih tinggi [6].

PPI 8255

PPI adalah *interface* yang bisa diprogram dan memiliki kelebihan yaitu dapat digunakan sebagai *input* maupun *output* ataupun dua-duanya. PPI memiliki 3 port 8 terminal yaitu port A, B dan C (port C dapat terbagi atas 2 yaitu port C upper 4 terminal dan port C lower 4 terminal). Masing-masing port ini dapat berfungsi sebagai *input* atau *output*, termasuk port C upper dan lower difungsikan sama atau beda. Fungsi ini terbentuk dari kondisi data bus yang diprogram. Konfigurasi fungsi dari 8255 adalah diprogram oleh sistem *software* sehingga tidak diperlukan komponen gerbang logika eksternal untuk perangkat *peripheral interface*. Konfigurasi pin PPI 8255 ditunjukkan pada Gambar 4.

Pada penelitian ini memanfaatkan 2 port dari PPI 8255 yaitu port B untuk relay dan port C untuk motor *stepper*. Port A berada pada alamat 2000h, port B berada pada alamat 2001h dan port C berada pada alamat 2002h. masing-masing port tersebut memiliki jalur data *input* dan *output* selebar 8 bit.

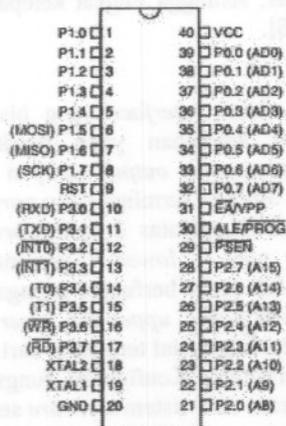


Gambar 4. Konfigurasi Pin PPI 8255 [7]

Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler adalah suatu rangkaian terintegrasi (IC) yang bekerja untuk aplikasi pengendalian. Untuk mendukung aplikasi pengendaliannya, suatu mikrokontroler memiliki bagian-bagian seperti *Central Processing Unit* (CPU), *Read Only Memory* (ROM), *Random Access Memory* (RAM), *Pewaktu/Pencacah* dan *Unit I/O*.

Mikrokontroler AT89S51 terdiri atas 40 pin, yaitu 32 pin I/O, 2 pin timer, 2 pin input dan output osilator, 2 pin serial input dan output, serta 2 pin external input dan output. Konfigurasi pin AT89S51 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Konfigurasi Pin AT89S51 [8]

BASCOM 8051

Sebuah mikrokontroler akan bekerja setelah diberikan program, karena program ini merupakan instruksi yang berisi perintah apa yang harus dilakukan oleh mikrokontroler. Program yang digunakan menggunakan bahasa BASIC dengan BASCOM 8051 compiler. BASCOM compiler adalah pemrograman dengan bahasa tingkat tinggi BASIC berbasis Windows untuk mikrokontroler

keluarga 8051 yang dikeluarkan dan dikembangkan oleh MCS Electronics [9].

Visual Basic 6.0

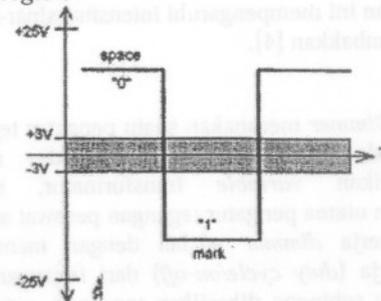
Microsoft Visual Basic merupakan salah satu aplikasi pemrograman visual yang memiliki bahasa pemrograman yang cukup populer dan mudah untuk dipelajari. Basis bahasa pemrograman yang digunakan dalam visual basic adalah bahasa BASIC (*Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code*) yang merupakan salah satu pemrograman tingkat tinggi yang sederhana dan mudah dipelajari. Dengan Visual Basic, dapat dibuat program dengan aplikasi GUI (*Graphical User Interface*) atau program yang memungkinkan pengguna komputer berkomunikasi dengan komputer tersebut menggunakan grafik atau gambar [10].

Antarmuka RS-232

Komunikasi serial RS-232 adalah protokol *asynchronous*, yang berarti jalur *clock* tidak terpisah dari jalur data sehingga kedua titik harus mengetahui kecepatan komunikasi yang dikenal dengan sebutan *baud rate*. RS - 232 memiliki 2 jalur data yaitu Tx (*Transmit*) dan Rx (*Receive*) karena jalurnya terpisah, jadi mengirim dan menerima data dapat dilakukan secara bersamaan, membuat sistem ini *full duplex*. Selain jalur Tx dan Rx terdapat juga jalur *ground*.

RS-232 sebagai protokol komunikasi, mengirimkan informasi tiap bit dan memiliki 2 level *signal* seperti yang terlihat pada Gambar 6 yaitu :

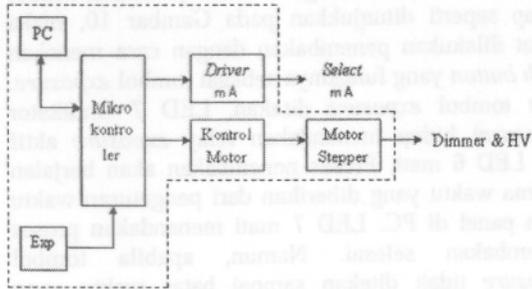
- ◆ Tegangan antara -3 sampai dengan -25 volt sebagai *logic 1*.
- ◆ Tegangan antara +3 sampai dengan +25 volt sebagai *logic 0*



Gambar 6. Level signal pada RS-232 [11]

METODE PENELITIAN

Pada Gambar 7 terlihat bahwa masing-masing blok mempunyai fungsi yang berbeda-beda, tetapi masih berhubungan antara satu dengan yang lainnya.



Gambar 7. Blok Diagram Pesawat Sinar-X

Fungsi tiap blok dalam perancangan sistem adalah sebagai berikut :

1. PC sebagai pengatur nilai tegangan, arus dan pewaktu kemudian nilai tersebut masuk ke mikrokontroler melalui komunikasi serial RS-232.
2. Mikrokontroler untuk menggerakkan motor melalui *driver* motor yang akan menggerakkan triac pada rangkaian *dimmer* untuk mengatur tegangan, menggerakkan relay dalam pengaturan arus dan untuk pengaturan *timer*.
3. Kontrol motor sebagai *driver* motor yang mengatur pergerakan motor *stepper*.
4. *Driver* mA berupa relay yang menjadi *driver* pengatur arus.
5. Motor *stepper* untuk memutar potensiometer yang akan memberikan variasi tegangan pada tegangan *output* rangkaian *dimmer*.
6. Tombol *exposure* sebagai tombol untuk penembakan sinar-X saat pengaturan arus, tegangan dan waktu telah selesai.

Pembuatan perangkat lunak mikrokontroler

Agar perangkat keras dapat bekerja sesuai yang diharapkan, maka dilakukan pembuatan perangkat lunak pada mikrokontroler AT89S51. Program dibuat dengan menggunakan BASCOM 8051 meliputi 5 program utama yaitu program pengendali tegangan, pengendali arus, pengendali *timer*, pengendali *reset* tegangan dan pengendali *reset* arus. Pada penelitian ini memanfaatkan 2 port dari PPI 8255 yaitu port B untuk relay dan port C untuk motor *stepper*. Diagram alir program yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 8.

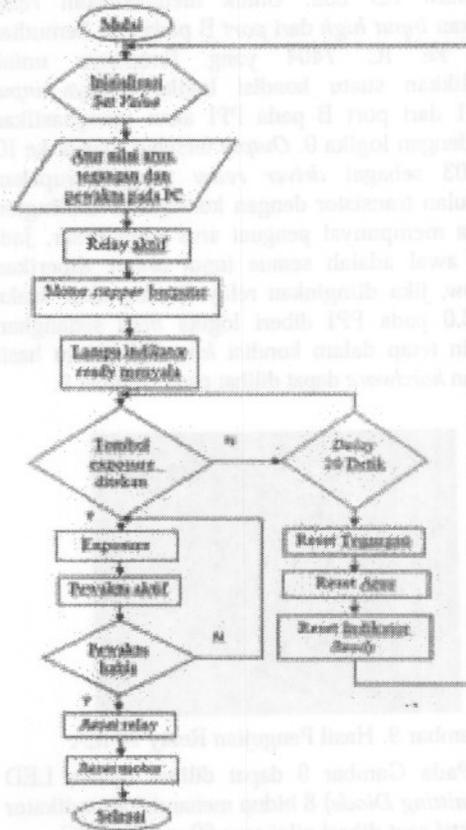
Perangkat Lunak Visual Basic

Program Login

Saat pertama kali program dijalankan, dilakukan *login* terlebih dahulu agar user dapat melanjutkan penggunaan program tersebut, hal ini dilakukan untuk menghindari orang yang tidak

berkepentingan mengakses suatu program karena dalam program tersebut tersimpan data-data yang bersifat rahasia, yang tidak boleh diakses oleh sembarang orang.

Pada program *login*, apabila *user* memasukkan *username* dan *password* yang sesuai maka program akan berjalan ke menu selanjutnya. Namun, apabila *password* yang dimasukkan salah, maka akan tampil *MessageBox* (kotak pesan).



Gambar 8. Diagram alir program

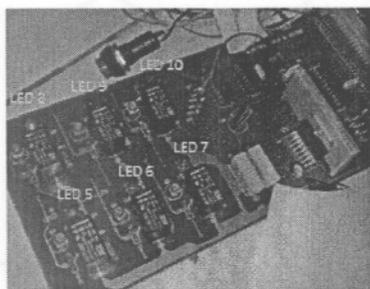
Program Panel

Program panel berfungsi untuk mengirim data dari nilai tegangan, arus dan waktu. Visual Basic telah menyediakan kontrol *Mscomm* saat ingin menggunakan port serial. Kontrol *Mscomm* menyediakan fasilitas komunikasi antara program aplikasi dengan port serial sehingga dapat menerima atau mengirim data. *Property* yang digunakan adalah *Comm port* untuk menentukan port serial yang digunakan, *setting* untuk mengatur nilai *baud rate*, *parity*, jumlah bit data dan jumlah bit *stop*, *port open* untuk membuka atau menutup port serial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

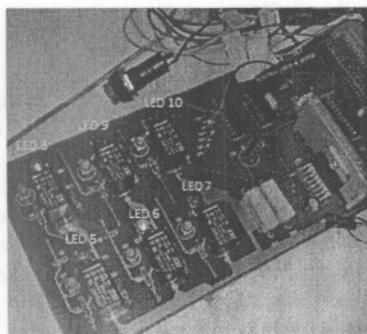
Hasil Pengujian Kontrol Arus

Pengujian kontrol arus dilakukan dengan program yang telah tertanam pada PC dan mikrokontroler. Program yang digunakan pada mikrokontroler yaitu program untuk memilih nilai arus dan mengaktifkan *relay* berdasarkan nilai arus tersebut. Pada submenu panel di PC dipilih nilai arus, tegangan dan pewaktu, nilai tersebut kemudian dikirimkan ke mikrokontroler melalui serial komunikasi RS 232. Untuk mengaktifkan *relay* digunakan *input high* dari port B pada PPI kemudian masuk ke IC 7404 yang fungsinya untuk membalikkan suatu kondisi logika artinya *input* logika 1 dari port B pada PPI akan menghasilkan *output* dengan logika 0. *Output* tersebut masuk ke IC ULN2803 sebagai *driver relay* yang merupakan sekumpulan transistor dengan konfigurasi darlington sehingga mempunyai penguat arus yang besar. Jadi kondisi awal adalah semua input *driver* diberikan input *low*, jika diinginkan relay 1 yang aktif maka port PB.0 pada PPI diberi logika *high* sedangkan yang lain tetap dalam kondisi *low*. Salah satu hasil pengujian *hardware* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Pengujian Relay 50 mA

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa LED (*Light Emitting Diode*) 8 hidup menandakan indikator relay 1 aktif saat diberi nilai arus 50 mA dari PC.



Gambar 10. Hasil pengujian relay *ready*

Jika persiapan telah selesai dan siap untuk menembak ditandai dengan LED 6 (indikator *ready*) hidup seperti ditunjukkan pada Gambar 10, maka dapat dilakukan penembakan dengan cara menekan *push button* yang fungsinya sebagai tombol *exposure*. Saat tombol *exposure* ditekan, LED 7 (indikator *exposure*) hidup menandakan relay *exposure* aktif dan LED 6 mati. Proses penembakan akan berjalan selama waktu yang diberikan dari pengaturan waktu pada panel di PC. LED 7 mati menandakan proses penembakan selesai. Namun, apabila tombol *exposure* tidak ditekan sampai batas waktu yang ditentukan yaitu 20 detik, maka akan kembali pada semula. Hasil keseluruhan untuk pengujian kontrol arus ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian motor *stepper*

Nilai Arus yang Dipilih pada PC (mA)	Relay yang Aktif	Keterangan
50	Relay 1	LED 8 hidup
60	Relay 2	LED 9 hidup
70	Relay 3	LED 10 hidup
80	Relay 4	LED 5 hidup
Relay Ready	Relay 5	LED 6 hidup
Relay Exposure	Relay 6	LED 7 hidup

Pengujian kontrol motor *stepper* dilakukan untuk mengetahui besarnya sudut putar motor *stepper* yang nantinya sebagai penentu besarnya perubahan sudut potensiometer untuk tegangan-tegangan kerja yang diharapkan. Motor *stepper* dalam hal ini berfungsi untuk memutar potensiometer yang kemudian memberikan variasi tegangan pada tegangan output rangkaian *dimmer*. Perubahan sudut motor *stepper* memberikan nilai resistansi potensiometer yang memberikan nilai tegangan pada Diac sebagai *trigger* gerbang *Triac*. Namun, pada penelitian ini tidak dilakukan pembuatan rangkaian *dimmer* sehingga diasumsikan dengan nilai sudut yang sama seperti penelitian sebelumnya oleh Eril Maxalmina Aldilla [5].

Pengujian motor *stepper* dilakukan dengan program yang telah tertanam pada mikrokontroler dan PC. Nilai tegangan yang diinginkan dipilih melalui submenu panel pada PC, nilai tersebut dikirim ke mikrokontroler sebagai masukan yang akan menggerakkan motor *stepper*. Motor *stepper* yang digunakan yaitu HY 200 2220 0100 jenis *bipolar* dengan *full step* 1.8°. Motor *stepper* pada sistem kontrol tegangan ini menggunakan *half step* 0.9° untuk setiap gerak.

Hasil pengujian dan nilai standar deviasi untuk masing-masing tegangan dituangkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Motor Stepper

Tegangan (kV)	Sudut Motor Stepper Secara Pengujian					Rata-rata (\bar{X}_i)	$(X_n - X_i)^2$	Standar Deviasi
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5			
50	164	164	164	164	164	164	0	0
60	182	182	182	182	182	182	0	0
70	200	200	200	200	200	200	0	0
80	218	218	218	218	218	218	0	0
90	236	236	236	236	236	236	0	0
100	254	254	254	254	254	254	0	0

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa standar deviasi tiap sudut motor stepper adalah nol derajat, dan dapat disimpulkan bahwa tidak ada simpangan yang terjadi untuk masing-masing tegangan.

Hasil pengujian pewaktu

Pengujian pewaktu bertujuan untuk mengetahui durasi waktu yang untuk *exposure*, sehingga dapat diketahui ketepatan dari waktu yang diberikan. Pengujian dilakukan dengan memberikan nilai tegangan dan arus yang sama yaitu 50 kV dan 50 mA serta variasi nilai waktu. Durasi indikator *exposure* menyala pada panel operasi menunjukkan lamanya waktu *exposure* dan *reset* tegangan serta arus. Hasil pengujian waktu ditunjukkan pada Tabel 3.

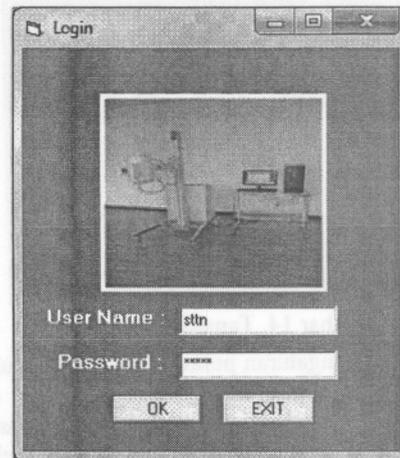
Tabel 3. Hasil pengujian waktu

Pengaturan waktu	Durasi indikator <i>exposure</i> menyala
0,01	23,47
0,05	23,51
0,1	23,56
0,5	23,96
1	24,46

Dari Tabel 3 dapat diketahui selisih dari durasi indikator *exposure* menyala dan setiap nilai pengaturan waktu adalah sama yaitu sebesar 23,46 detik yang menunjukkan durasi dari *reset* yang terjadi. Sehingga dapat disimpulkan waktu *exposure* yang diharapkan sudah tepat.

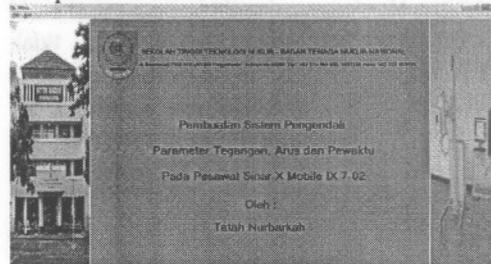
Hasil Pengujian Perangkat Lunak (Software).

Hasil tampilan dari *software* di *personal computer* terdiri dari beberapa menu, yaitu form menu *login* yang berfungsi sebagai menu ketika akan masuk ke menu utama. Form ini terdiri dari tombol *Ok* dan *Exit*. Saat pertama kali menjalankan aplikasi program, maka akan tampil form menu *login* kemudian masukkan *password*, tekan tombol *Ok* jika ingin masuk ke program aplikasi, apabila ingin batal maka tekan tombol *Exit*. Tampilan menu *login* dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Menu Login

Selanjutnya masuk ke menu utama, seperti terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Menu Utama

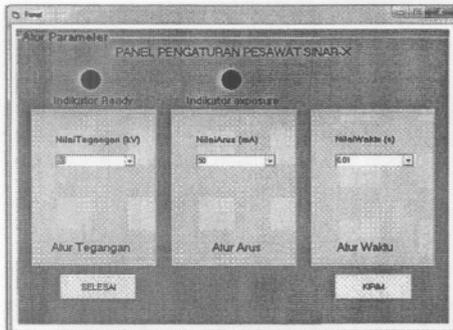
Di dalam menu utama terdapat menu *Bar* yang terdiri dari menu *file* dan menu *exit*. Di dalam menu *file* terdapat submenu *profile designer* dan submenu *panel*.

Tampilan submenu *profile designer* untuk menampilkan identitas perancang ditunjukkan pada Gambar 13.



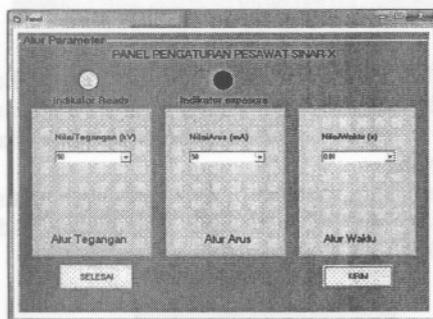
Gambar 13. Tampilan submenu profil designer

Tampilan submenu *Panel* berfungsi untuk pengaturan pesawat sinar-X seperti terlihat pada Gambar 14 dan menu *exit* berfungsi untuk mengakhiri aplikasi program.

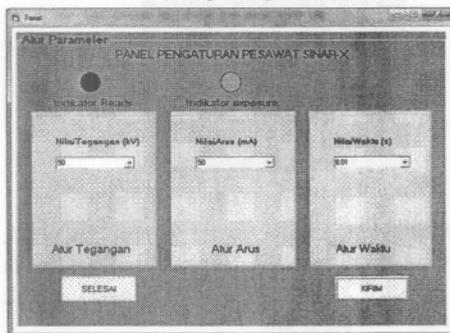


Gambar 14. Tampilan Panel

Untuk pengaturan pesawat sinar-X dilakukan dengan cara memilih nilai tegangan, arus dan pewaktu yang dikehendaki pada masing-masing ComboBox yang telah tersedia. Selanjutnya tekan tombol KIRIM, maka data akan terkirim ke mikrokontroler. Jika pengiriman berhasil maka lampu indikator *ready* akan menyala seperti ditunjukkan pada Gambar 15, dengan demikian pesawat sinar-X telah siap *diexposure*. Apabila *exposure* tidak dilakukan selama 20 detik maka lampu *ready* akan mati dan posisi akan kembali seperti semula. Saat *exposure* maka lampu indikator *exposure* akan menyala dan lampu indikator *ready* mati seperti ditunjukkan pada Gambar 16, kemudian lampu *exposure* akan mati saat operasi telah selesai.



Gambar 15. Tampilan panel saat *ready*



Gambar 16. Tampilan panel saat *exposure*

KESIMPULAN

Telah dibuat program sistem pengendali parameter tegangan, arus dan pewaktu pada pesawat sinar-X *Mobile Type IX 7-02* dengan menggunakan *software BASCOM 8051* dan program dengan *software Visual Basic 6.0* untuk pengaturan nilai tegangan, arus dan pewaktu.

Pada pengujian dihasilkan besar sudut motor *stepper* dengan nilai tegangan 50 kV, 60 kV, 70 kV, 80 kV, 90 kV dan 100 kV berturut-turut sebesar 164°, 182°, 200°, 218°, 236° dan 258°. Pilihan arus sebanyak 4 pilihan yaitu 50 mA, 60 mA, 70 mA dan 80 mA dapat berhasil mengaktifkan *relay*. Pengaturan waktu paparan dalam rentang 0,01 s.d 1 detik yang diatur melalui program mikrokontroler dapat terealisasi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Isaris, Riil. 2008. *Instrumentasi Medik*. Yogyakarta: STTN-BATAN
2. Suyatno, Ferry. 2008. *Aplikasi Radiasi Sinar-X di Bidang Kedokteran Untuk Menunjang Kesehatan Masyarakat*. Seminar IV SDM Teknologi Nuklir. Yogyakarta.
3. Setiawan, Imran Ikhra. 2012. Syarat-Syarat dan Proses Terbentuknya Sinar-X. <http://ilmu-radiologi-imran.blogspot.com/2012/04/syarat-syarat-dan-proses-pembentukan.html> diakses pada tanggal 20 juli 2013 pukul 13.50
4. Marwiana, Azizah. 2011. *Rancang bangun Pemilih Arus dan Pewaktu pada Pesawat Sinar-X Berbasis Mikrokontroler AT89S51*. Tugas Akhir STTN BATAN 2011.
5. Aldilla, Eril Maxalmina. 2010. *Rancang Bangun Pengatur Tegangan Pesawat Sinar-X Berbasis Mikrokontroler*. Tugas Akhir STTN BATAN 2010
6. Suyatno, Ferry, Istofa dan Lely Yuniarsari. 2007. *Rekayasa Sistem Pengatur Parameter Pesawat Sinar-X Diagnostik Berbasis Mikrokontroler Keluarga MCS 51*. Yogyakarta: Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir.
7. Rfd. 2013. *Digital Hardware*. Diakses melalui <http://duniarfd.blogspot.com/p/blog-page.html> pada tanggal 23 Juli 2013 pukul 11.00
8. Iswanto. 2011. *Belajar Mikrokontroler AT89S51 dengan Bahasa C*. Yogyakarta : Andi.
9. Wahyudin, Didin. 2007. *Belajar Mudah AT89S52 dengan Bahasa Basic Menggunakan BASCOM-8051*. Yogyakarta : Andi.

10. MADCOMS, Tim Divisi Penelitian dan Pengembangan. 2008. *Microsoft Visual Basic 6.0 Untuk Pemula*. Yogyakarta : Andi.
11. Muhtadan dan A. Abimanyu. 2010. *Pemrograman Micro Controler AVR dengan Bascom AVR*. Yogyakarta: STTN – BATAN

Tanya Jawab

Wagirin

- Apa program yang dipakai untuk penampil pada personal komputer ?
- Program yang dipakai pada pengendali mikrokontroler ?

Sujatno

- ✧ *Program penampil pada komputer adalah visual basic*
- ✧ *Program untuk mikrokontroler adalah bascom.*

Heri Mugiraharjo

- Pesawat sinar-X berfungsi untuk apa?
- Apa perbedaan pesawat sinar X untuk industri dalam medis ?

Sujatno

- ✧ *Pesawat sinar-X mobile IX 7-02 merupakan hasil litbang Batan berfungsi untuk diagnosa medik.*
- ✧ *Pesawat sinar-X berfungsi untuk tegangan mencapai 25 kV sedag arusnya kecil 2 mA atau 3 mA. Sedangkan medik arusnya dapat sampai 500 mA dan tegangan 100 kV-125 kV.*

Sumaryadi

- Apa itu pesawat sinar-X?
- Apa beda arus tabung dan arus filamen ?

Sujatno

- ✧ *Pesawat sinar-X adalah perangkat penghasil sinar-X yang digunakan sebagai diagnosa medik.*
- ✧ *Arus tabung yaitu arus yang terjadi karena adanya aliran elektron dari filamen yang menuju ke anoda/ objek. Arus filamen yaitu arus yang mengalir pada filamen dalam satuan ampere.*

Wibisono

- Apakah program aplikasi yang digunakan visual basic atau lainnya?
- Apakah jenis komunikasi/interface yang digunakan antara PC dengan pesawat sinar-X, USB, RS 232?
- Apakah jenis/tipe mikrokontroler yang digunakan?

Sujatno

- ✧ *Program berjalan pada komputer dengan visual basic.*
- ✧ *RS 232*
- ✧ *Mikrokontroler yang digunakan AT 89551.*

