

PEMBUATAN PERANGKAT SISTEM PENAMPIL PARAMETER OPERASI MESIN IMPLANTASI ION P3TM – BATAN

Eko Priyono, Kasiyo, Al Sunarto

Puslitbang. Teknologi Maju, Badan Tenaga Nuklir Nasional

ABSTRAK

PEMBUATAN PERANGKAT SISTEM PENAMPIL PARAMETER OPERASI MESIN IMPLANTASI ION P3TM – BATAN. Telah dibuat sebuah perangkat sistem penampil parameter operasi mesin implantor ion P3TM-BATAN. Perangkat ini berfungsi untuk memantau besaran parameter operasi mesin implantor ion dan menampilkannya dalam bentuk angka digital dan grafik batang (bar graph). Perangkat ini terdiri dari perangkat lunak (software) berupa program yang dibuat dengan menggunakan bahasa Turbo Pascal versi 7.0 dan perangkat keras (hardware) yang terdiri dari PC (personal computer), modul Universal I/O PPI-8255, modul 8 bit ADC-0809, modul penguat tegangan, modul catu daya 5V dan 12V, serta menggunakan parallel port (port printer) sebagai sistem komunikasi data. Uji coba unjuk kerja perangkat dilakukan dalam 3 tahap yaitu : uji coba linieritas yang terdiri dari linieritas modul ADC-0808 dan modul penguat (Op Amp), uji coba unjuk kerja perangkat secara simulasi dan uji coba unjuk kerja perangkat sebagai sistem penampil parameter operasi mesin implantor ion. Dari hasil uji coba diketahui bahwa persamaan linier modul ADC 0808 adalah $y = 27,042x + 0,0485$ dengan $R^2 = 1$ sedangkan persamaan linier modul penguat tegangan adalah $y = 38,857x + 23,146$ dengan $R^2 = 0,999$ dan telah dapat menampilkan 9 dari 16 parameter operasi yang ada pada mesin implantor ion pada layar monitor, namun besar parameter yang ditampilkan belum terkalibrasi karena alat/meter yang digunakan untuk referensi atau kalibrator belum ada.

Kata kunci : ADC, Grafik

ABSTRACT

PREPARATION OF DEVICE FOR MONITORING SYSTEM OF OPERATION PARAMETERS OF P3TM-BATAN ION IMPLANTATION MACHINES. The device for monitoring system of operation parameters of P3TM-BATAN ion implantation machine has been made. The device is required for monitoring all of the operation parameters of ion implantation machine and displaying the parameters in digital number and bar graph form on the screen monitor of personal computer. This device consists of software which is made by using Turbo Pascal version 7.0 and hardware which consists of personal computer, universal I/O module using PPI-8255, 8 bit ADC 0809 module, voltage amplifier module, 5V and 12V power supply and parallel port of the PC as data communication system. The performance test of the device has been done in three steps that are linearity test of ADC and Amplifier module, respond test of device by simulation and respond test of the device as operation parameters system monitor device of implantation machine. The test results the linearity equation of ADC-0809 module $y = 27,042x + 0,0485$ with $R^2 = 1$ and amplifier module $y = 38,857x + 23,146$ with $R^2 = 0,999$. The device can display 9 of 16 operation parameters of ion implantation machine on screen monitor in digital number and bar graph, but the value of operation parameters shown on screen monitor are not yet calibrated because the reference or calibrator tools are not provided.

Keywords : ADC, Graphics

PENDAHULUAN

Mesin implantasi ion 150 keV/1,7 mA merupakan salah satu jenis akselerator yang dimiliki oleh Puslitbang.

Teknologi Maju, Badan Tenaga Nuklir Nasional. Dalam pengoperasiannya, akselerator ini banyak digunakan untuk kegiatan litbang dibidang ilmu material seperti pembuatan bahan semikonduktor, pembuatan sel surya, peningkat-

an sifat mekanik suatu bahan seperti kekerasan, ketahanan korosi dan lain-lain^[1,2]. Untuk menunjang kegiatan penelitian tersebut diperlukan sistem instrumentasi yang handal dan akurat agar mesin implantasi ion dapat dioperasikan dengan mudah dan aman serta parameter-parameter operasi mesin implantasi ion dapat terukur secara teliti, cermat dan akurat sehingga dapat digunakan sebagai data pendukung yang dapat dipertanggung jawabkan dalam penelitian. Sistem instrumentasi dan kendali yang digunakan untuk mengoperasikan mesin implantasi ion sudah berumur lebih dari 10 tahun dan unjuk kerjanya sudah menurun sehingga kualitas berkas ion yang dihasilkan kurang baik. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu dilakukan pembaharuan (*refurbishing*) bagian-bagian yang unjuk kerjanya dianggap kurang baik diantaranya adalah sistem vakum dan sistem instrumentasi dan kendali. Perangkat sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion merupakan salah satu bagian dari sistem instrumentasi dan kendali yang mengalami pembaharuan dimana pada sistem ini parameter-parameter operasi mesin implantasi ion sebelumnya hanya ditampilkan oleh meter-meter analog namun sekarang juga ditampilkan dalam bentuk angka digital dan gambar grafik batang (*bar graph*) pada layar monitor. Dengan pembaharuan perangkat sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion ini diharapkan dapat ikut serta meningkatkan kualitas berkas ion yang dihasilkan oleh mesin implantasi ion dan dapat memberi kontribusi terhadap hasil penelitian yang menggunakan mesin implantasi ion.

TEORI DASAR

Saat ini perangkat komputer banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang baik sebagai alat olah kata, olah data, simulasi, visualisasi dan lain-lain. Dengan semakin pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek), maka semakin pesat pula perkembangan teknologi komputer baik dari segi kecepatan proses, kapasitas penyimpanan data, kelengkapan (*accessories*) maupun kemudahan. Pada sebuah komputer yang dalam hal ini disebut sebagai *central processing unit* (CPU) selalu dilengkapi dengan perangkat antarmuka (*interface*) yang berfungsi untuk

berkomunikasi dengan piranti luar seperti *printer, CD-ROM, keyboard, mouse, disk drive, telephone, flash disk* dan lain-lain. Salah satu jenis perangkat antarmuka yang digunakan untuk komunikasi dengan piranti luar pada sebuah komputer adalah konektor *parallel port* yang biasanya digunakan untuk *printer*. Ada dua jenis konektor *parallel port* yaitu konektor *parallel port* 36 pin dan 25 pin. Konektor 36 pin dikenal dengan *centronics* sedangkan konektor 25 pin dikenal dengan sebutan DB-25. Karena DB-25 lebih praktis, maka untuk konektor *parallel port* pada komputer sekarang digunakan DB-25, sedangkan *centronics* masih digunakan sebagai konektor pada *printer* dan atau piranti luar lainnya. Layaknya komponen untai elektronika, *parallel port* dihubungkan dengan konektor betina (*female*) dan jantan (*male*). Pada komputer, konektor *parallel port* yang terpasang adalah DB-25 betina sehingga kabel penghubung keluar adalah DB-25 jantan. Dari 25 pin konektor DB-25 tersebut, hanya 17 pin yang digunakan untuk saluran pembawa informasi dan 8 pin berfungsi sebagai *ground*. Saluran pembawa informasi dibagi menjadi 3 bagian yaitu saluran data 8 bit, status 5 bit dan kontrol 4 bit, dimana bit status dan bit kontrol berfungsi dalam jabat tangan (*hand shake*). Adapun fungsi pin dari konektor DB-25 dan *centronic* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tanda “-“ pada status dan kontrol menunjukkan bahwa bit tersebut bersifat *hardware inverted*, yaitu bahwa sinyal “dibalik” oleh *interface parallel port*. Misalnya jalur BUSY, jika +5V (logika 1) dimasukkan ke pin ini, kemudian status registernya dibaca, maka akan dihasilkan 0 Volt (logika 0) di bit 7 pada status register tersebut. Jika merancang *hardware* untuk dihubungkan ke komputer melalui *parallel port*, perlu diingat bahwa arus yang dapat ditarik maupun dimasukkan 12 mA untuk itu perlu menggunakan *buffer* agar tidak menarik atau memasukkan arus terlalu besar ke *parallel port* yang dapat mengakibatkan kerusakan *hardware* secara permanen. Standard Parallel Port (SPP) untuk melakukan jabat tangan (*handshake*) dalam komunikasi masih dilakukan secara “*manual*” yaitu dilakukan oleh *software*. Untuk menuliskan data 1 byte ke *printer* atau piranti lain maka *software* harus melakukan proses jabat tangan sebagai berikut :

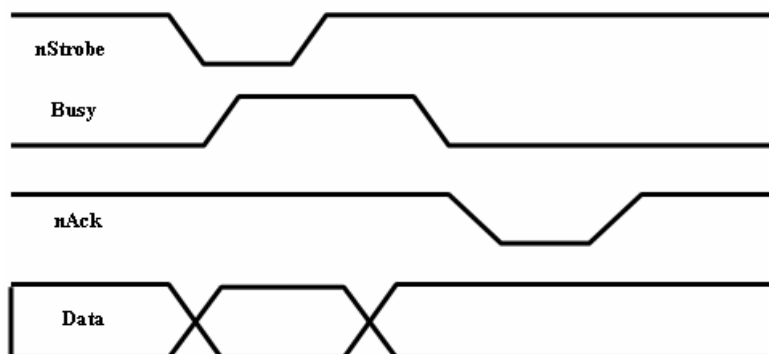
1. Tulis *byte* data ke *port* data.
 2. Cek apakah printer *busy*. Jika *busy*, printer tidak bisa menerima data.
 3. Set *nStrobe* ke rendah. Ini untuk mem-
- beritahu printer bahwa data di jalur data (pin 2-9) adalah data *valid*.
4. Kembalikan *nStrobe* ke tinggi setelah selama 1-5 μ detik dalam posisi rendah.

Tabel 1. Fungsi pin konektor DB-25 dan centronic^[3].

<i>DB-25</i>	<i>Centronics</i>	<i>In/Out</i>	<i>Nama Sinyal</i>	<i>Register Bit</i>
1	1	Out	nSTROBE	CO-
2	2	Out	Data 0	D0
3	3	Out	Data 1	D1
4	4	Out	Data 2	D2
5	5	Out	Data 3	D3
6	6	Out	Data 4	D4
7	7	Out	Data 5	D5
8	8	Out	Data 6	D6
9	9	Out	Data 7	D7
10	10	In	nACK	S6+
11	11	In	BUSY	S7-
12	12	In	PaperEnd	S5+
13	13	In	Select	S4+
14	14	Out	nAutoFeed	C1-
15	32	In	nError	S3+
16	31	Out	nInit	C2+
17	36	Out	nSelectIn	C3-
18 - 25	19 - 30	←→	Ground	

Keterangan

- *Ground* dihubungkan dengan semua pin *ground* (pin 18 s/d 25)
- Jangan menghubungkan *ground* dengan *chasing* atau piranti lain
- Tanda “n” depan nama sinyal menunjukkan pin tersebut aktif rendah (logika 0)



Gambar 1. Jabat tangan model *Standard Parallel Port*.

Dalam mode *Extended Capability Port* (ECP) dan *Enhanced Parallel Port* (EPP), jabat tangan dilakukan oleh *hardware* sehingga sangat praktis karena *software* hanya menuliskan data ke alamat (awal) *parallel port*, dan kondisi normal maka semua dijamin beres. Telah disebutkan diatas bahwa dalam *parallel port* terdapat 17 jalur data (17 bit). Karena komputer memiliki 8 bit per alamat maka dibutuhkan 3 alamat fisik untuk setiap alamat *parallel port* yaitu data (8 bit), status (5 bit) dan kontrol (4 bit). Alamat fisik yang digunakan

untuk keperluan ini disebut register, sehingga dikenal dengan register data, register status dan register kontrol. Alamat register tersebut berurutan yaitu jika alamat awal *parallel port* adalah 0378H maka alamat 0378H ini untuk register data, 0379H untuk status dan 037AH untuk kontrol. Alamat yang demikian ini biasanya disebut *offset* yaitu jarak dari alamat awal. Adapun pemakaian alamat 8 bit untuk masing-masing register terlihat pada Tabel 2a dan 2b.

Tabel 2a. Register data *parallel port*^[3].

<i>Offset</i>	Nama	<i>Read/Write</i>	Bit ke	Properti
+0	<i>Data port</i>	<i>Write</i> ^{*)}	Bit 7	Data 7
			Bit 6	Data 6
			Bit 5	Data 5
			Bit 4	Data 4
			Bit 3	Data 3
			Bit 2	Data 2
			Bit 1	Data 1
			Bit 0	Data 0

*) Jika port adalah bi-direksional (dua arah) maka di register data ini dapat dilakukan operasi *Read* dan *Write*.

Tabel 2b. Register status *parallel port*^[3].

<i>Offset</i>	Nama	<i>Read/Write</i>	Bit ke	Properti
+1	<i>Status port</i>	<i>Read Only</i>	Bit 7	<i>Busy</i>
			Bit 6	<i>Ack</i>
			Bit 5	<i>Paper Out</i>
			Bit 4	<i>Select in</i>
			Bit 3	<i>Error</i>
			Bit 2	<i>IRQ (not)</i>
			Bit 1	-
			Bit 0	-

Tabel 2c. Register kontrol *parallel port*^[3].

<i>Offset</i>	Nama	<i>Read/Write</i>	Bit ke	Properti
+2	Kontrol port	<i>Read/Write</i>	Bit 7	-
			Bit 6	-
			Bit 5	<i>Enable Bi-direksional</i>
			Bit 4	<i>Enable IRQ Via Ack</i>
			Bit 3	<i>Select Printer</i>
			Bit 2	<i>Initial Printer (reset)</i>
			Bit 1	<i>Auto Linefeed</i>
			Bit 0	<i>Strobe</i>

TATA KERJA DAN PERCOBAAN

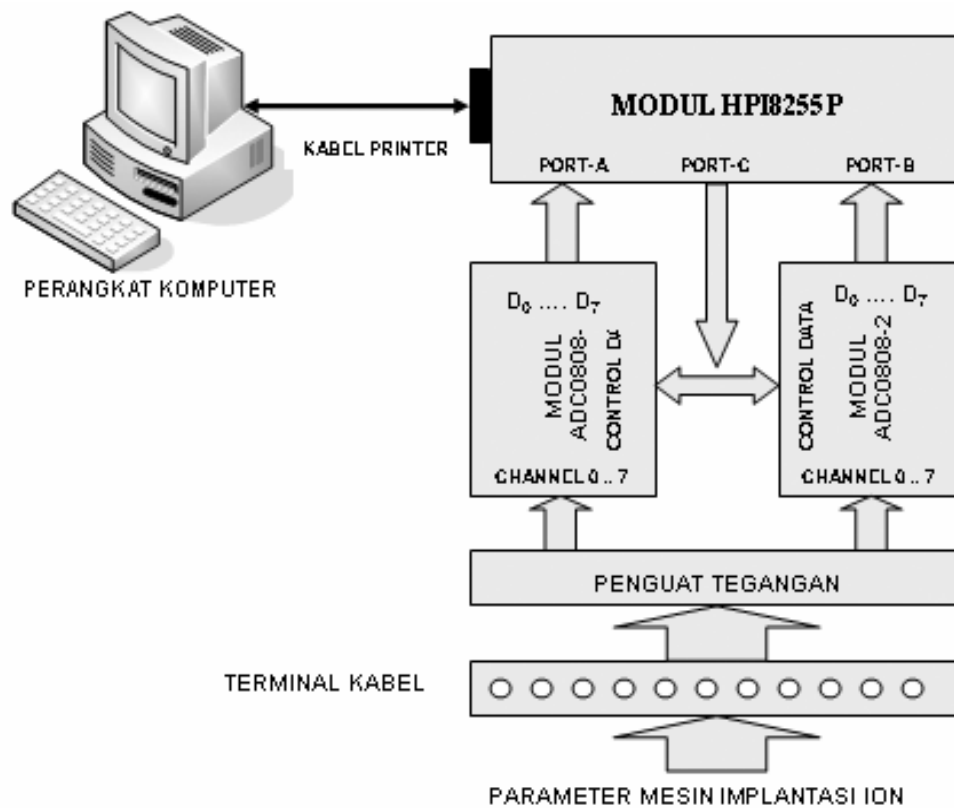
Pembuatan Perangkat

Perangkat sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion adalah sebuah perangkat yang berfungsi untuk memantau parameter operasi mesin implantasi ion dan menampilkannya dalam bentuk angka digital dan grafik batang (*bargraph*) pada layar monitor. Ada 16 parameter operasi mesin implantasi ion yang harus dipantau yaitu : arus filamen-1, arus filamen-2, tegangan anoda, tegangan ekstraktor, arus magnet pembelok, arus sumber ion, tegangan tinggi magnet quadrupol-1, tegangan tinggi magnet quadrupol-2, laju gas-1, laju gas-2, tekanan vakum, masukan HV Cockroft-Walton, tegangan tinggi generator Cockroft-Walton, arus Cockroft-Walton, arus kolom dan arus berkas ion. Perangkat sistem penampil parameter operasi mesin implantasi

ion terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras berfungsi untuk merubah sinyal parameter analog menjadi sinyal digital, sedangkan perangkat lunak berfungsi membaca, mengolah dan menampilkan parameter pada layar monitor.

Pembuatan Perangkat Keras

Perangkat keras pada sistem ini berfungsi mengubah sinyal analog parameter operasi mesin implantasi ion yang umumnya berupa sinyal tegangan menjadi sinyal digital 8 bit yang siap dibaca oleh perangkat komputer. Perangkat ini terdiri dari beberapa modul yaitu modul HPI8255P, modul ADC0808, modul catu daya tegangan, modul penguat tegangan dan perangkat komputer. Adapun skema diagram dari perangkat keras sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram perangkat keras sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion.

1. Modul ADC0808^[4]

Modul ini berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan analog parameter operasi mesin implantasi ion menjadi data digital 8 bit yang siap dibaca oleh komputer. Ada dua buah modul ADC0808 pada sistem ini dimana tiap modul mempunyai 8 channel masukan yang berfungsi untuk saluran parameter yang akan dimonitor sehingga jumlah parameter yang dapat dimonitor 16 buah. Pada perangkat ini besar sinyal tegangan parameter operasi yang diijinkan masuk modul ADC0808 maksimal 10 VDC.

2. Modul HPI8255P^[4]

Modul ini merupakan universal I/O PPI-8255 yang berfungsi sebagai jalur komunikasi data digital antara modul ADC0808 dengan perangkat komputer. Modul ini mempunyai 3 buah port data 8 bit yaitu port-A, port-B dan port-C. Port-A digunakan sebagai data masukan 8 bit yang berasal dari hasil konversi parameter analog pada modul ADC0808-1, port-B digunakan sebagai data masukan 8 bit yang berasal dari hasil konversi parameter analog pada modul ADC0808-2, sedangkan port-C digunakan sebagai data keluaran yang berfungsi untuk mengatur keluar masuknya data dan memilih saluran parameter analog yang akan diubah menjadi data digital dari kedua buah modul ADC0808.

3. Modul Penguat Tegangan

Modul ini berfungsi untuk menguatkan sinyal tegangan yang kecil dari beberapa parameter operasi mesin implantasi ion menjadi tegangan yang memenuhi syarat untuk dapat diproses pada modul ADC0808 yang dalam hal ini adalah sinyal tegangan dari orde milivolt menjadi sinyal tegangan 5 volt. Pada perangkat ini terdapat 6 buah penguat Op Amp yang besar penguatannya dapat diset hingga maksimal 50 kali

4. Modul Catu Daya

Modul ini terdiri dari 2 buah catu tegangan yaitu 5 VDC dan 12 VDC yang berfungsi untuk mencatu tegangan yang dibutuhkan oleh modul HPI8255P, modul ADC0808 dan modul penguat tegangan.

5. Perangkat Komputer

Perangkat komputer pada sistem ini berfungsi untuk mengolah data hasil konversi sinyal analog parameter operasi mesin implantor ion menjadi besaran parameter yang sebenarnya berdasarkan hasil kalibrasi dan menampilkannya dalam bentuk angka digital dan bar graph pada layar monitor.

Pembuatan Perangkat Lunak

Perangkat lunak pada sistem ini berfungsi untuk membaca, mengolah dan menampilkan data parameter operasi mesin implantasi ion pada layar monitor. Perangkat ini dibuat menggunakan program bahasa *Turbo Pascal* versi 7.0⁽⁵⁾ dengan memanfaatkan fasilitas antarmuka (*interface port printer*) yang ada pada *central processing unit* sebagai sistem komunikasi data. Berikut adalah beberapa proses penting yang berfungsi untuk membaca, mengolah dan menampilkan data parameter yang terjadi pada perangkat sistem penampil ini sebagai berikut :

1. Proses inisialisasi

Proses ini bertujuan untuk membentuk konfigurasi modul HPI8255P yang mempunyai 3 port data 8 bit masing-masing adalah port-A, port-B dan port-C. Pada perangkat ini port-A digunakan untuk data masukan modul ADC0808-1, port-B untuk data masukan modul ADC0808-2, sedangkan port-C untuk jalur kendali data kedua modul ADC0808. Pada proses inisialisasi ini port-A dan port-B diset sebagai data masukan sedangkan port C diset sebagai data keluaran.

2. Proses baca data

Proses ini bertujuan untuk membaca data hasil konversi sinyal analog parameter-parameter operasi mesin implantasi ion menjadi sinyal digital yang terjadi pada kedua modul ADC0808 secara serentak channel per channel.

3. Proses pengolahan data

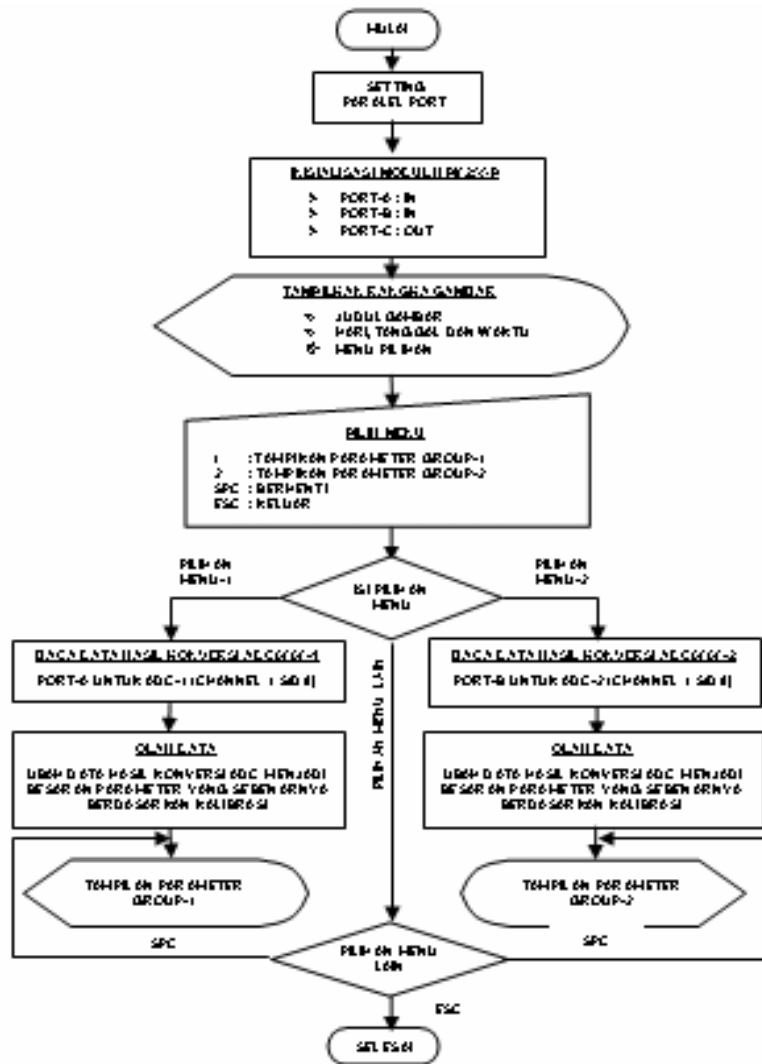
Proses ini bertujuan untuk mengolah dan mengubah hasil pembacaan konversi data modul ADC0808 menjadi besaran parameter yang sebenarnya berdasarkan persamaan hasil kalibrasi

4. Proses penampilan data

Proses ini bertujuan untuk menampilkan parameter operasi mesin implantasi ion hasil proses pengolahan data dalam bentuk angka digital maupun grafik batang

Pada pembuatan perangkat lunak, parameter-parameter operasi mesin implantasi ion ditampilkan dalam 2 group yaitu parameter group-1 dan parameter group-2 dimana tiap-tiap group menampilkan 8 parameter. Parameter yang ditampilkan pada group-1 adalah : arus filamen-1, arus filamen-2, tegangan anoda,

tegangan ekstraktor, arus magnet pembelok, arus sumber ion, tegangan tinggi magnet quadropol-1, tegangan tinggi magnet quadropol-2. Sedangkan parameter yang ditampilkan pada group-2 adalah : laju gas-1, laju gas-2, tekanan vakum, masukan HV Cockroft-Walton, tegangan tinggi generator Cockroft-Walton, arus Cockroft-Walton, arus kolom dan arus berkas ion. Adapun diagram alir (*flow chart*) dari perangkat lunak sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir perangkat lunak sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion.

Instalasi Perangkat

Instalasi perangkat bertujuan untuk menghubungkan perangkat sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion dengan sistem instrumentasi dan kendali utama. Instalasi perangkat dilakukan dengan cara menghubungkan kabel-kabel sinyal maupun catu daya listrik sesuai dengan fungsinya. Ada 3 jenis kabel yang terdapat pada perangkat ini yaitu :

1. Kabel catu daya listrik 220 VAC yang berfungsi untuk memberi catu daya listrik 220 VAC kepada perangkat.
2. Kabel printer yang berfungsi untuk menghubungkan antara perangkat sistem penampil dengan perangkat computer.
3. Kabel sinyal yang berfungsi untuk menghubungkan terminal sinyal parameter

operasi dengan perangkat penampil parameter operasi.

Adapun sistem instalasi perangkat sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion adalah sebagai berikut :

1. Hubungkan kabel catu daya listrik 220 VAC perangkat ke jaringan PLN (stop kontak).
2. Hubungkan kabel printer pada perangkat penampil parameter dan perangkat komputer dimana konektor DB-25 (betina) dihubungkan perangkat penampil dan konektor DB-25 (jantan) ke *port printer* CPU.
3. Hubungkan kabel sinyal parameter ke perangkat penampil dan terminal sinyal parameter dimana konektor DB-25 (jantan) ke perangkat penampil dan kabel-kabel sinyal ke masing-masing parameter operasi dengan rincian seperti Tabel 3.

Tabel 3. Fungsi konektor DB-25 jantan pada perangkat penampil parameter operasi.

No. Pin	Warna Kabel	Sinyal Parameter Operasi	Keterangan
1	Hitam polos	Arus Filamen-2	
2	Coklat polos	Tegangan Ekstraktor	
3	Orange polos	Arus Magnet Sumber Ion	
4	Kuning garis hitam	HV Magnet Quadrupole-2	
5	Orange garis putih	Laju Gas-2	
6	Hujau polos	HV masukan Cockroft Walton	
7	Merah garis putih	Arus HV Cockroft Walton	
8	Ungu polos	Arus Berkas	
9	-		Kosong
10	-		Kosong
11	-		Kosong
12	-		Kosong
13	Perak (selimut kabel)	Ground	
14	Merah polos	Tegangan Anoda	
15	Biru polos	Arus Magnet Pembelok	
16	Kuning polos	HV Magnet Quadrupole-1	
17	Biru telur polos	Arus Filamen-1	
18	Hijau garis putih	Tekanan Vakum	
19	Pink polos	HV Generator Cockroft Walton	
20	Coklat garis putih	Arus Kolom	
21	Putih polos	Laju Gas-1	
22	-		Kosong
23	-		Kosong
24	Abu-abu polos		
25	Hitam garis putih		

HASIL DAN PEMBAHASAN

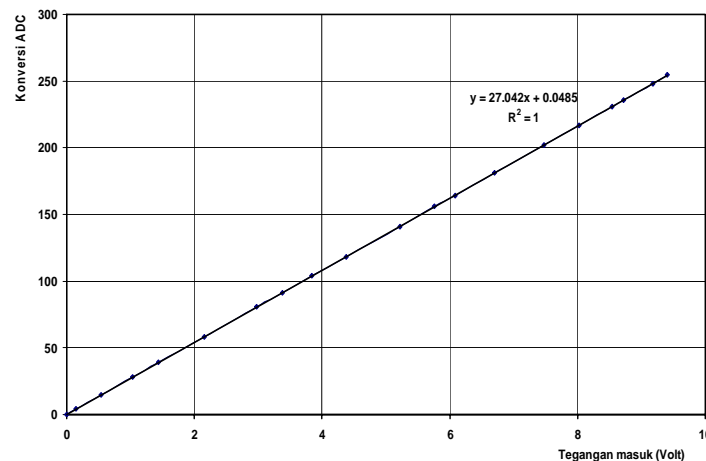
Hasil Pengujian Unjuk Kerja Perangkat

Untuk mengetahui unjuk kerja perangkat sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion, dilakukan uji coba operasional perangkat. Uji coba operasi perangkat dilakukan dalam 3 tahap yaitu : uji coba linieritas yang terdiri dari linieritas modul ADC-0808 dan modul penguat (Op Amp), uji coba unjuk kerja perangkat secara simulasi dan uji coba unjuk kerja perangkat sebagai sistem penampil parameter operasi mesin implantor ion.

Uji Linieritas

a. Uji coba linieritas modul ADC

Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja modul ADC dalam mengubah sinyal analog parameter operasi yang berupa sinyal tegangan menjadi sinyal digital yang siap dibaca oleh perangkat komputer. Uji coba ini dilakukan dengan cara memberi sinyal tegangan masukan modul ADC yang keluarannya dibaca pada perangkat komputer. Dari hasil uji coba ini diperoleh data hubungan antara sinyal tegangan parameter operasi yang masuk modul ADC dengan sinyal digital hasil konversi modul ADC yang dibaca oleh perangkat komputer dimana data tersebut kemudian dibuat dalam bentuk gambar grafik seperti terlihat pada Gambar 4.

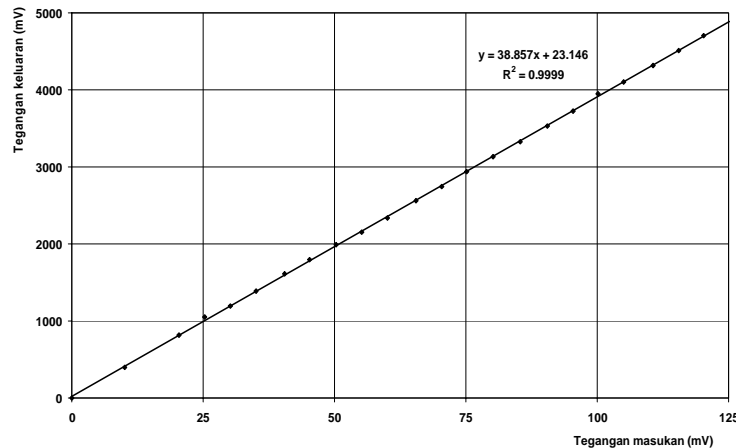


Gambar 4. Grafik hubungan antara sinyal tegangan parameter operasi dengan sinyal digital hasil konversi modul ADC

Berdasarkan Gambar 4 kemudian dibuat bentuk persamaan linier hubungan antara sinyal tegangan parameter operasi dengan sinyal digital hasil konversi modul ADC yang hasilnya adalah : $y = 27,042x + 0,0485$ dengan $R^2 = 1$, dimana y adalah data digital hasil konversi sinyal tegangan analog dan x adalah sinyal tegangan analog yang masuk modul ADC. Sedangkan R^2 adalah linieritas (Chi square). Dari persamaan linier tersebut, maka dapat dihitung besarnya sinyal tegangan dari parameter yang masuk ke modul ADC sebagai berikut: $x = \frac{y - 0,0485}{27,042}$.

b. Uji coba linieritas modul penguat tegangan

Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui besarnya penguatan yang dihasilkan oleh modul penguat tegangan dan uji coba ini dilakukan dengan cara memberi tegangan masukan pada modul penguat tegangan dalam orde mili Volt dan mengamati tegangan keluarannya dengan multimeter digital. Untuk *setting* penguatan dapat dilakukan dengan ceta memutar variabel resistor (potensio) dimana pada perangkat ini besarnya penguatan dibatasi hingga 50 kali. Dari hasil uji coba diperoleh data hubungan antara tegangan masukan dan keluaran modul penguat tegangan yang kemudian dibuat dalam bentuk grafik serti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan antara tegangan masukan dan tegangan keluaran modul penguat tegangan.

Berdasarkan Gambar 5 kemudian dibuat bentuk persamaan linieritas hubungan antara sinyal tegangan masukan dan keluaran modul penguat tegangan yang hasilnya adalah $y = 38,857x + 23,146$ dengan $R^2 = 0,999$, dimana y adalah sinyal tegangan keluaran modul penguat dan x adalah sinyal tegangan analog yang masuk modul penguat. Dari persamaan linier tersebut, maka dapat dihitung besarnya sinyal tegangan dari parameter yang masuk ke modul penguat sebagai berikut: $x = \frac{y - 23,146}{38,857}$.

Uji Coba Unjuk Kerja Perangkat Secara Simulasi

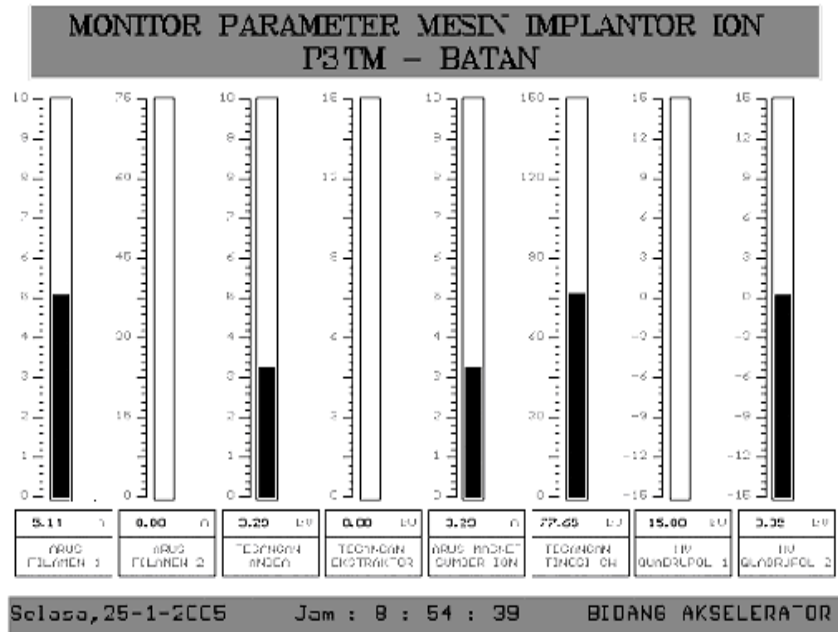
Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja perangkat sebelum dipasang atau digabungkan dengan sistem instrumentasi dan kendali mesin implantasi ion yang sebenarnya. Uji coba ini dilakukan dengan cara memberi sinyal tegangan masukan dari luar (*power supply*) pada perangkat yang kemudian dibaca dan ditampilkan dalam bentuk angka digital dan *bar graph* pada layar monitor. Dari hasil uji coba ini diketahui bahwa perangkat mampu membaca dan menampilkan data digital dan *bar graph* sebanyak 16 parameter pada layar monitor sesuai dengan data simulasi yang dimasukkan pada perangkat tersebut seperti terlihat pada Gambar 6.

Uji coba perangkat sebagai sistem penampil parameter operasi mesin implantor ion.

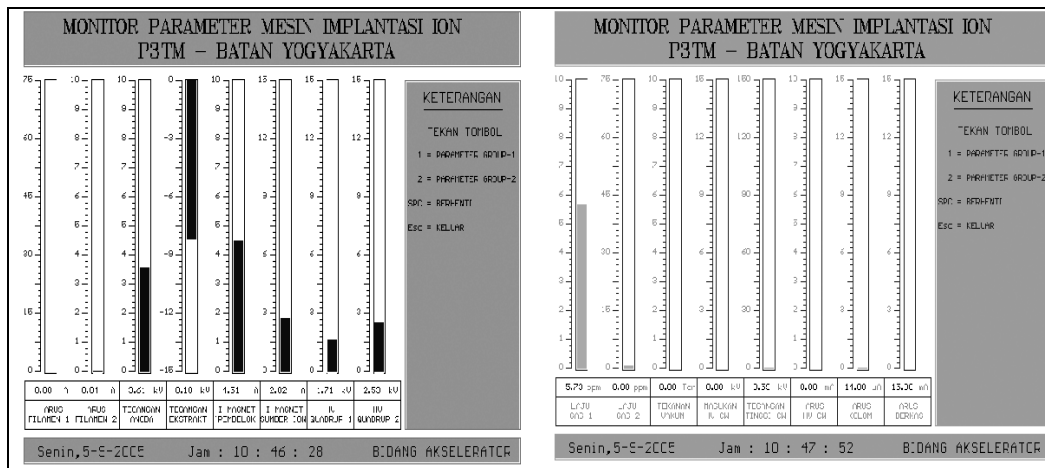
Uji coba ini dilakukan dengan cara menggabungkan perangkat dengan sistem instrumentasi dan kendali mesin implantasi ion yang sebenarnya dan mengoperasikan serta mengamati parameter-parameter operasi mesin implantasi ion yang tertampil pada layar monitor. Pada uji coba ini jumlah sinyal parameter yang disambungkan ke perangkat sebanyak 9 parameter operasi karena yang lainnya belum siap untuk ditampilkan dan masih perlu proses pengolahan sinyal lebih lanjut. Adapun 9 buah parameter yang disambungkan ke perangkat adalah : arus filamen-1, arus filamen-2, tegangan anoda, tegangan ekstraktor, arus magnet pembelok, arus magnet sumber ion, HV quadropole-1, HV quadropole-2 dan laju gas-1. Dari hasil uji coba ini diketahui bahwa perangkat mampu membaca dan menampilkan 9 buah parameter operasi dalam bentuk data digital dan *bar graph* pada layar monitor sesuai dengan sinyal parameter yang masuk. Namun besarnya parameter yang ditampilkan belum terkalibrasi karena alat/meter yang digunakan untuk referensi atau kalibrator belum ada sehingga untuk mendapatkan data parameter yang sebenarnya, masih perlu dilakukan kalibrasi lebih lanjut dengan alat/meter yang

sesuai dengan sinyal parameter yang ada sehingga data yang ditampilkan pada perangkat dapat digunakan sebagai data pendukung hasil penelitian yang menggunakan mesin implantasi

ion. Adapun hasil uji coba perangkat sebagai sistem penampil parameter operasi mesin implantor ion dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Tampilan hasil uji coba unjuk kerja perangkat secara simulasi.



Gambar 7. Tampilan hasil uji coba perangkat sebagai sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion

Prosedur Pengoperasian Perangkat

Untuk mengoperasikan perangkat sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion agar dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya, maka perlu dilakukan prosedur operasi sebagai berikut :

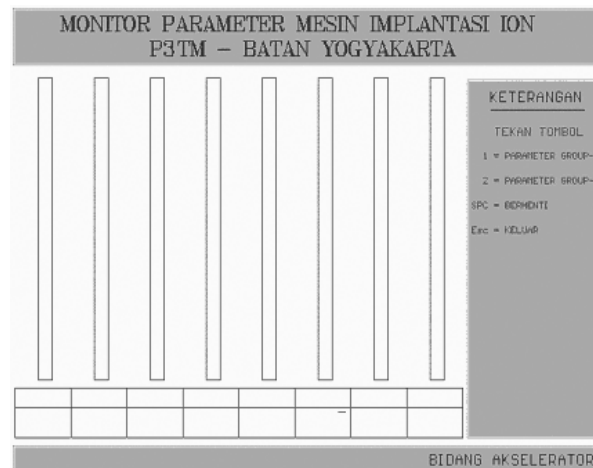
1. Nyalakan tombol ON pada perangkat penampil parameter yang ditandai dengan nyala lampu LED warna merah yang merupakan tanda bahwa perangkat sudah diberi catu daya listrik 220 VAC dari jaringan PLN.
2. Nyalakan perangkat komputer dan pilih windows 98 sebagai sistem operasinal windows (ada 2 pilihan operasional windows yaitu windows 98 dan windows-XP).
3. Jalankan program “Implantor Ion” yang tertampil sebagai ShortCut pada layar monitor dengan cara *double Click* pada program tersebut maka akan tertampil seperti pada Gambar 8.
4. Tekan angka 1 untuk tampilan parameter group-1, angka 2 untuk tampilan parameter-2.
5. Tekan tombol Spc (*space bar*) untuk menghentikan proses pembacaan data parameter operasi.

6. Tekan Tombol Esc untuk keluar dari program “iomplantor ion”.

Spesifikasi Teknik

Spesifikasi teknik perangkat sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion P3TM-BATAN adalah sebagai berikut :

1. Catu Daya Tegangan :
 - Modul I/O PPI-8255 : 5 VDC
 - Modul ADC-0808 : 5 VDC
 - Modul Penguat Tegangan : ± 12 VDC
2. Saluran Parameter Analog
 - Jenis konektor : DB-25 *Female*
 - Jumlah : 16 buah
 - Tegangan Masukan : maks. 10 VDC
3. Komunikasi Data
 - Jenis Komunikasi Data : Paralel
 - Saluran Antar-muka : Port Printer
 - Jenis Konektor : DB-25 Jantan



Gambar 8. Tampilan layar monitor pertama kali saat program “implantor ion” dijalankan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba perangkat sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perangkat sistem penampil parameter operasi mesin implantasi ion telah dapat berfungsi dengan baik sebagai pembaca dan penampil 9 dari 16 buah data parameter operasi yang disambungkan ke perangkat.
2. Besaran parameter operasi yang ditampilkan pada layar monitor belum terkalibrasi dengan besaran parameter yang sebenarnya karena alat/meter yang digunakan sebagai referensi atau kalibrator belum ada sehingga perlu dilakukan kalibrasi lebih lanjut untuk menampilkan besaran parameter operasi yang sebenarnya
3. Persamaan liner dari modul ADC adalah $y = 27,042x + 0,0485$ sedangkan modul penguat $y = 38,857x + 23,146$ dimana kedua persamaan tersebut dapat digunakan sebagai persamaan pendukung dalam perhitungan untuk mengetahui parameter operasi yang sebenarnya bila dilakukan proses kalibrasi lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] SUDJATMOKO, *Buku Diktat Akselerator Implantasi Ion*, Diklat Pengenalan Dan Aplikasi Akselerator, PPNY-BATAN Yogyakarta, 1998.
- [2] SRI SULAMDARI, *Buku Diktat Implantasi Ion*, Diklat Aplikasi Fisika Nuklir Dan Atom Di Bidang Industri, Yogyakarta, 1995.
- [3] DWI SUTADI, *I/O Bus & Motherboard*, Andi Offset, Yogyakarta, 2004.
- [4] J.P.M. STEEMAN, *Data Sheet Book 2*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 1988.
- [5] EDIMAN LUKITO, *Belajar Sendiri Pemrograman Dengan Turbo Pascal 7.0*,

PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 1993.

TANYA JAWAB

Suprpto

- *Berapa ketelitian penampil operasi implantor ion tersebut masing-masing dibandingkan dengan alat ukur yang ada.*

Eko Priyono

- Ketelitian alat penampil ini 1 bit bila dikonversi ke tegangan adalah $5V/255 = 19$ mV, bila dibandingkan dengan alat ukur yang ada dimana banyaknya garis ukur sebanyak seratus buah maka kesalahan pembacaannya sebesar $5V/100 = 50$ mV jadi lebih teliti sistem penampil yang dibuat.

Subarkah

- *Bagaimana linearitas dari grafik saudara = 1, mengapa tidak ada ralat pengukuran.*
- *Bagaimana cara menambah pembaca pada penampilan karena baru 9 parameter yang ditampilkan.*

Eko Priyono

- Linearitas grafik yang kami buat berdasarkan hasil pengukuran tegangan masuk dengan menggunakan digital voltmeter dan hasil pembacaan pada komputer sehingga data yang diperoleh data digital. Sedangkan linearitas = 1 artinya data-data yang kami peroleh bila dibuat persamaan linear orde 1, titik-titik pengamatan masuk dalam persamaan sehingga $R^2 = 1$.
- Untuk menambah parameter pembacaan pada sistem ini tinggal menghubungkan parameter yang akan dibaca karena perangkat ini sudah siap untuk pembacaan parameter operasi sebanyak 16 buah, namun perlu dilakukan kalibrasi dulu agar pembacaannya benar.