



RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DATA TEGANGAN TINGGI BRANDENBURG MODEL 4479

Adi Abimanyu, Jumari

Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN, Yogyakarta

Email : ptapb@batan.go.id

Argantara Rahmadi, Muhtadan

Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN, Yogyakarta

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DATA TEGANGAN TINGGI BRANDENBURG MODEL 4479. Telah dilakukan rancang bangun sistem monitoring tegangan tinggi Brandenburg Model 4479. Sistem ini bertujuan menghasilkan suatu sistem monitoring tegangan tinggi Brandenburg model 4479 untuk meningkatkan akurasi pembacaan tegangan tinggi Brandenburg. Sistem ini terdiri dari mikrokontroler ATmega32 sebagai pembaca voltage monitor tegangan tinggi Brandenburg model 4479 dan pengirim serta penerima data dari komputer, CDC-232 untuk komunikasi serial antara mikrokontroler dengan komputer. Pengujian dilakukan pada rangkaian elektronik, pengujian linieritas ADC menghasilkan persamaan linear tegangan keluaran HV Brandenburg model 4479 terhadap ADC yaitu $Y=1,963 X$ dan linearitas $R^2 = 1$, pengujian komunikasi serial mikrokontroler dengan komputer didapatkan persen kesalahan pengiriman data = 0%. Sistem monitoring tegangan tinggi yang telah dibuat ini dapat meningkatkan akurasi pembacaan tegangan tinggi Brandenburg model 4479.

Kata kunci: Brandenburg model 4479, ATmega32, CDC-32, komputer

ABSTRACT

THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF HIGH VOLTAGE MONITORING SYSTEM BRANDENBURG 4479 MODELS. The design and construction of high voltage monitoring system Brandenburg Model 4479 has been done. This system was made in order to generate a monitoring system of Brandenburg 4479 models high voltage to improve the accuration of high voltage monitoring. The system consists of a microcontroller ATmega32 as voltage reader of high voltage Brandenburg 4479 models observers and the sender and recipient data from the computer, CDC-232 for serial communication between the microcontroller and the computer. ADC linearity testing produces linear equations HV Brandenburg 4479 models output voltage to the ADC is $Y = 1.963 X$ and linearity $R^2 = 1$, interface testing communication between microcontroller and computer have 0% error for data communication. High voltage monitoring system that has been made is to increase the accuration of Brandenburg 4479 models high voltage.

Keyword: Brandenburg model 4479, ATmega32, CDC-32, computer

PENDAHULUAN

Alat ukur radiasi diperlukan untuk mengetahui keberadaan radiasi di suatu tempat. Selain digunakan mendeteksi radiasi nuklir, alat ukur radiasi juga digunakan mengukur intensitas radiasi nuklir, intensitas radiasi adalah banyaknya radiasi yang ditangkap pada suatu titik pengukuran yang merupakan pulsa radiasi yang ditangkap oleh

detektor persatuan waktu, intensitas radiasi berbanding lurus dengan aktivitas sumber radiasi, dan probabilitas pancaran berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Untuk mencacah intensitas diperlukan "Sistem Pencacah Nuklir"^[1]. Tegangan tinggi diperlukan untuk mencatu detektor pada Sistem Pencacah Nuklir, sehingga diperlukan *High Voltage DC (HV DC)* yang sesuai dengan spesifikasi tegangan kerja detektor.



PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012

Tegangan Tinggi *Brandenburg model 4479* merupakan salah satu jenis catu daya yang digunakan untuk mencatu tegangan detektor pada sistem pencacah nuklir. Sebelum tegangan tinggi *Brandenburg model 4479* digunakan untuk mencatu detektor, harus dilakukan pengujian kestabilan tegangan. Pengujian kestabilan tegangan tinggi *Brandenburg model 4479* dilakukan dengan cara mengukur (memonitor) tegangan output yang dihasilkan catu daya tegangan tinggi untuk setiap selang waktu tertentu.

Proses monitoring stabilitas HV *Brandenburg model 4479* pada umumnya dilakukan dengan cara mencatat nilai keluaran secara manual yang tertampil di multimeter. Metode ini mempunyai kekurangan yang dapat mempengaruhi hasil monitoring kestabilan tegangan tinggi *Brandenburg model 4479* yaitu data yang tidak rapi, *format* yang tidak sama, ketidak akurasian pembacaan nilai tegangan. Oleh karena itu dibuatlah suatu sistem *monitoring* data tegangan tinggi *Brandenburg model 4479* yang digunakan untuk meningkatkan kerapian data, kesamaan format dan tingkat keakurasian pembacaan data.

DASAR TEORI

Pengujian tegangan tinggi pada umumnya dilakukan dengan pengambilan data secara *manual*. Untuk meningkatkan jaminan mutu dari pengujian tegangan tinggi detektor, maka diperlukan suatu sistem informasi *monitoring* yang dapat membantu *user* dalam mengambil data. Menurut John F. Nash^[2], sistem informasi adalah kombinasi dari manusia, fasilitas atau alat teknologi, media, prosedur dan pengendalian yang bermaksud menata jaringan komunikasi yang penting, proses atas transaksi-transaksi tertentu dan rutin, membantu manajemen dan pemakai *intern* dan *ekstern* dan menyediakan dasar pengambilan keputusan yang tepat.

Catu Daya Tegangan Tinggi Brandenburg Model 4479

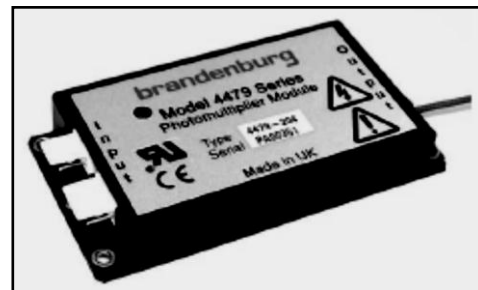
Brandenburg 4479-106 Series adalah modul *High Voltage* dengan total daya 2 watts dengan tegangan input 12 VDC dengan tegangan *single output* sampai dengan 2 kV. HV ini memiliki kemampuan tegangan output tetap ataupun dapat diatur. Proses pengaturan dilakukan dengan memberikan tegangan referensi yang sesuai. Pengaturan dapat dilakukan dengan memberikan tegangan *control input* 5 volt untuk tegangan *output fix* maksimal (2 kV). Untuk tegangan *output variabel* 0 sampai dengan 2 kV dapat diatur menggunakan *potensiometer internal* pada bagian atas modul HV ataupun menggunakan

potensiometer eksternal. Modul HV *Brandenburg 4479-106* ditunjukkan pada Gambar 1^[3].

Modul ini terdiri dari bagian *input* dan bagian *output*. Bagian *input* terdiri dari 9 pin konektor 0,1" dengan konfigurasi pin yang disajikan pada Tabel 1, sedangkan bagian *output* berupa kabel *fly lead* 0,5 mm (*RG178B/U*).

Tabel 1. Konfigurasi Pin Input

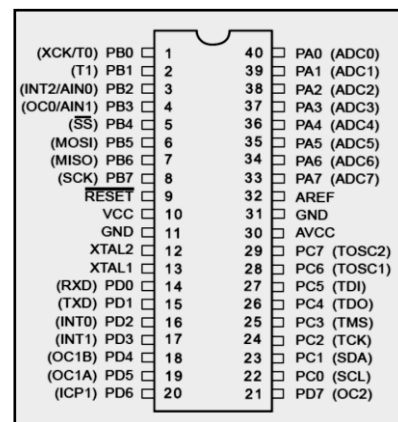
Pin	Keterangan	Pin	Keterangan
1	Supply +12 V	6	Variable reference output
2	Supply 0 V	7	Voltage Monitor
3	Signal 0 V	8	Current Monitor
4	Fixed reference output	9	Not Used
5	Control Input		



Gambar 1. Tegangan tinggi Brandenburg 4479

Mikrokontroler AVR 32

Mikrokontroler jika diartikan secara harafiah, berarti pengendali berukuran mikro. Sekilas mikrokontroler hampir sama dengan mikroprosesor. Namun mikrokontroler memiliki banyak komponen terintegrasi didalamnya, misalnya *ADC (Analog Digital Converter)*. Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega 32 ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega 32^[4]

Mikrokontroler ATmega 32 memiliki fasilitas *Analog to Digital Converter* yang sudah



built-in di dalam *chip*. Fitur *ADC internal* inilah yang menjadi salah satu kelebihan Mikrokontroler Atmega 32 bila dibandingkan dengan beberapa jenis Mikrokontroler yang lain. ATmega 32 memiliki resolusi ADC 10-bit dengan 8 *channel input* dan mendukung 16 macam penguat beda. ADC ini bekerja dengan tehnik *sucessive approximation*. Rangkaian *internal ADC* ini memiliki catu daya tersendiri yaitu pada pin AVCC. Tegangan AVCC harus sama dengan VCC \pm 0,3 volt.

CDC-232

AVR-CDC merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengkonversi sinyal USB dan RS-232C menggunakan Mikrokontroler AVR ATmega8. Teknologi konversi ini didasarkan pada *Development V-USB* dan *CDC (Communication Device Class)*. AVR-CDC ini digunakan untuk komunikasi CPU melalui USB dengan *Virtual COM-PORT*. CDC-232 akan membuat *Virtual COM Port* dengan sendirinya pada PC yang tidak memiliki *port RS-232C*. Sehingga Perangkat ini akan membuat RS-232C yang dapat berkomunikasi (antarmuka) setelah menghubungkan CDC-232 ini dan menginstal *driver*^[5]. Untuk dapat melakukan suatu komunikasi dibutuhkan suatu *minimum system* ATmega 8 ditunjukkan pada Gambar 3.

Komunikasi Serial

Komunikasi *serial* merupakan hal yang penting dalam sistem *embedded*, karena dengan komunikasi serial kita dapat dengan mudah menghubungkan mikrokontroler dengan *device* lainnya. *Port serial* pada mikrokontroler terdiri atas dua *pin* yaitu *RXD* dan *TXD*, *RXD* berfungsi untuk menerima data dari komputer/perangkat lainnya, *TXD* berfungsi untuk mengirim data ke komputer/perangkat lainnya, Standar komunikasi *serial* untuk komputer ialah RS-232, RS-232 mempunyai standar tegangan yang berbeda dengan *serial port*

mikrokontroler, sehingga agar sesuai dengan RS-232 maka dibutuhkan suatu rangkaian *level converter*, IC yang digunakan bermacam-macam, tetapi yang paling mudah dan sering digunakan ialah IC MAX232/HIN232. Pada mikrokontroler AVR ATmega 16, pin PD0 dan PD1 digunakan untuk komunikasi *serial USART (Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter)* yang mendukung komunikasi *full duplex* komunikasi 2 arah^[6].

BASCOM AVR

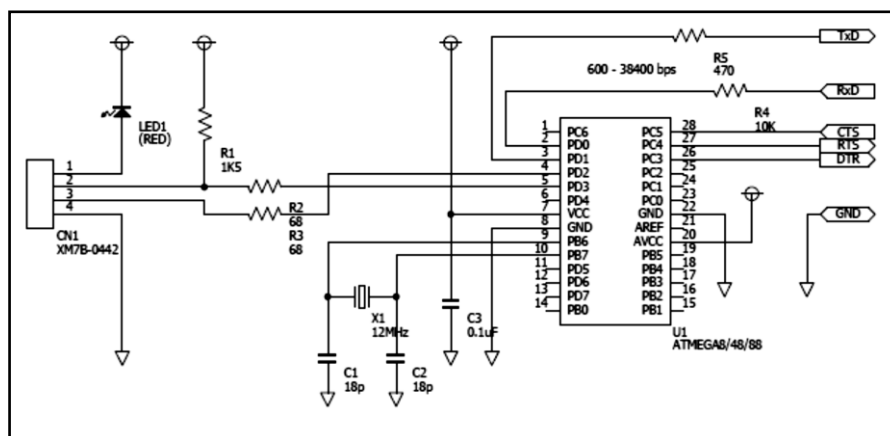
Mikrokontroler dapat diprogram dengan berbagai macam bahasa. Bahasa *assembly* banyak menimbulkan hambatan, oleh sebab itu banyak perkembangan *compiler* atau penerjemah untuk bahasa tingkat tinggi untuk AVR, bahasa tingkat tinggi yang banyak dikembangkan antara lain BASIC, Pascal, dan bahasa C.

Pemrograman mikrokontroler menggunakan *compiler BASCOM AVR*, yaitu *compiler* yang menggunakan bahasa BASIC. Alasan penggunaan BASCOM AVR adalah bahasa BASIC relatif lebih mudah dibanding dengan bahasa tingkat tinggi lainnya, kemudian, *compiler* cukup lengkap karena telah dilengkapi *simulator* untuk LCD, dan monitor untuk komunikasi serial^[7].

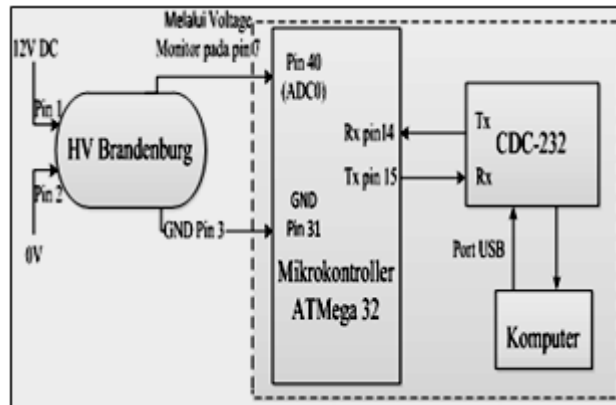
TATA KERJA

Perancangan dan Pembuatan Hardware

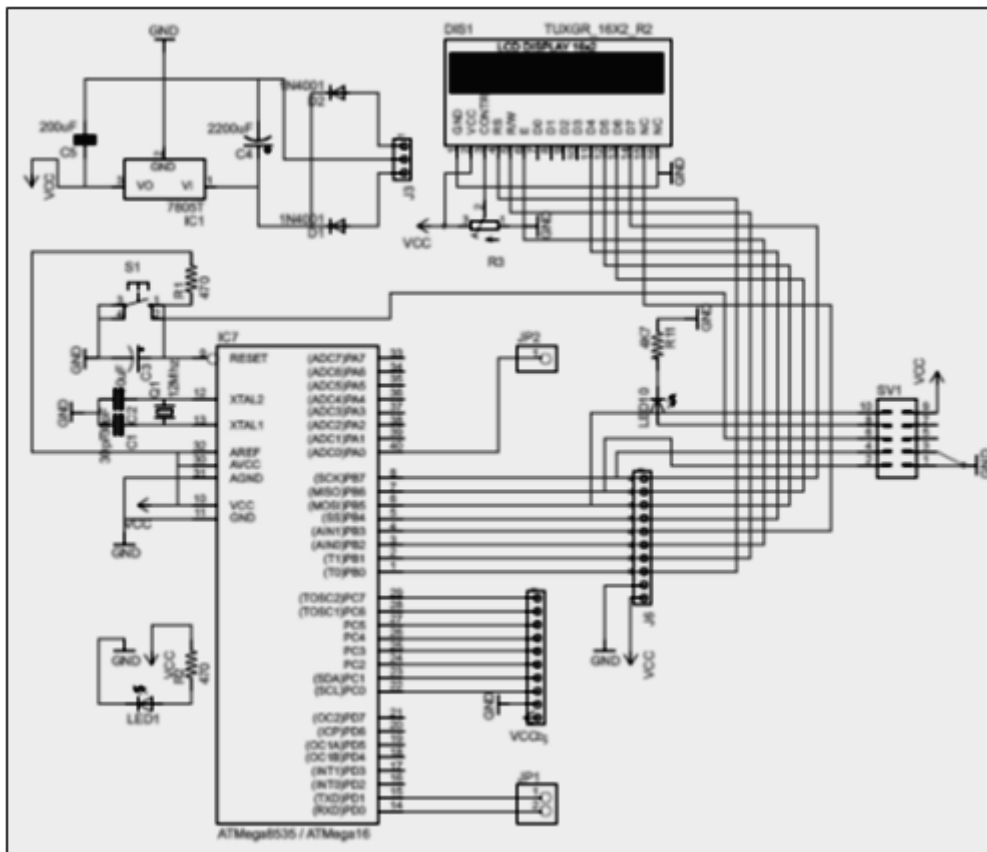
Sistem monitoring data tegangan tinggi Brandenburg terdiri dari tegangan tinggi Bradenburg sebagai objek yang akan dimonitor tegangan outputnya, minimum sistem mikrokontroler ATmega32, *serial interface CDC-232* (sebagai *converter TTL to USB*) dan komputer. Blok diagram sistem monitoring tegangan tinggi Brandenburg ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Rangkaian skematik CDC-232



Gambar 4. Blok diagram sistem monitoring tegangan tinggi Brandenburg



Gambar 5. Rangkaian minimum sistem

Perancangan hardware (minimum sistem)

Monitoring tegangan tinggi DC Brandenburg tidak langsung diukur pada *output*-nya tetapi pada *pin 7* bagian *input* yaitu *voltage monitor*. Hal ini dilakukan karena nilai tegangan *voltage monitor* adalah 0 sampai dengan 5 volt, sehingga nilai tegangan *voltage monitor* dapat langsung dibaca oleh ADC dari mikrokontroler. Untuk mendapatkan nilai tegangan output HV yang sesungguhnya nilai pembacaan ADC harus

dikonversi terlebih dahulu dengan data linieritas ADC terhadap output HV.

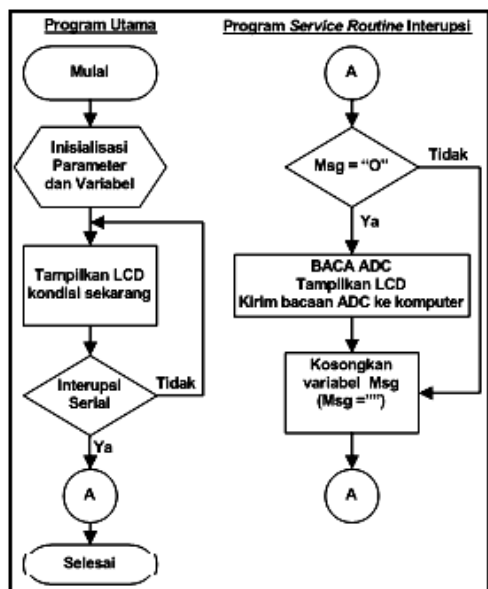
Minimum sistem yang digunakan harus mengakomodir kebutuhan dari sistem yaitu memiliki fasilitas pembacaan ADC, penampil data tegangan berupa LCD dan komunikasi serial dengan CDC-232. Rangkaian minimum sistem yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 5.

Pembuatan Perangkat Lunak

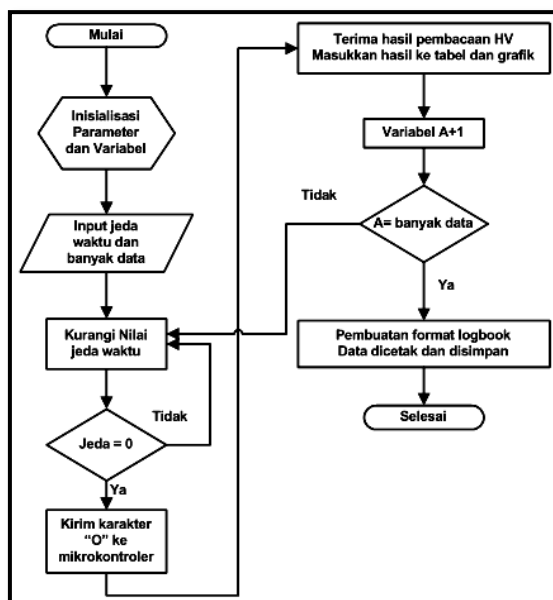
Perangkat lunak yang dikembangkan pada bagian mikrokontroler dan komputer. Mikrokontroler sebagai alat *monitoring* yang



langsung terhubung pada tegangan tinggi yang dimonitor, sedangkan komputer sebagai alat pemrosesan data dan *data base*. Perangkat lunak mikrokontroler terdiri dari bagian *main program* dan *serial interrupt service routine*. Diagram alir perangkat lunak mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir perangkat lunak Mikrokontroler



Gambar 7. Diagram alir perangkat lunak computer

Mikrokontroler hanya akan membaca tegangan *output* HV pada *voltage monitor* melalui ADC0 ketika terjadi interupsi serial dengan karakter "O". Selain itu mikrokontroler berada pada posisi *idle* (menampilkan data pembacaan HV sebelumnya).

Pada bagian komputer dikembangkan perangkat lunak yang akan mengirimkan data karakter "O" secara serial dalam selang waktu tertentu untuk sejumlah data pengamatan yang ditentukan. Setelah terjadi interupsi serial pada mikrokontroler maka data hasil pembacaan tegangan tinggi dikirimkan secara serial ke komputer. Oleh komputer data tersebut disajikan dalam bentuk *logbook* waktu terhadap tegangan tinggi dan disimpan dalam database dan siap dicetak. Diagram alir perangkat lunak pada komputer ditunjukkan pada Gambar 7.

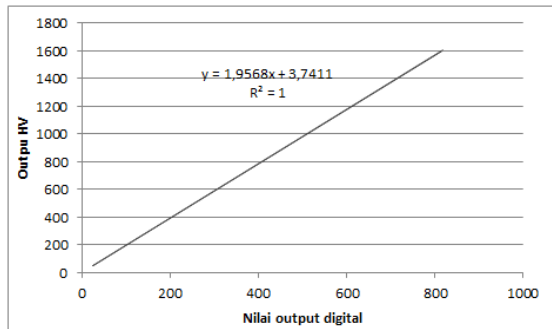
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian linearitas ADC

Pengujian linieritas ADC bertujuan untuk mengetahui perangkat lunak yang dikembangkan apakah telah berfungsi dan untuk mendapatkan grafik linieritas ADC terhadap *output* tegangan tinggi. Linieritas ADC sangat diperlukan untuk mengkonversi nilai pembacaan ADC menjadi *output* tegangan tinggi. Pengujian dilakukan dengan membaca tegangan *voltage monitor* oleh ADC mikrokontroler. Pembacaan ADC dilakukan dari *output* tegangan rendah sampai tegangan maksimum *output* HV. Hasil pembacaan ADC terhadap variasi *output* tegangan tinggi disajikan pada Tabel 2 dan grafik linieritas ADC terhadap *output* tegangan tinggi ditunjukkan pada Gambar 8.

Tabel 2. Pengujian Pembacaan ADC Terhadap Variasi Output Tegangan Tinggi

Output digital	Output HV (volt)	Output digital	Output HV (volt)
24	50	457	899
50	100	484	951
75	150	510	1002
100	200	537	1054
127	252	562	1104
151	299	587	1154
179	354	613	1203
203	401	637	1251
228	450	663	1300
258	510	690	1354
305	601	715	1400
331	653	741	1455
356	702	765	1500
381	751	791	1552
410	802	816	1600
434	852		

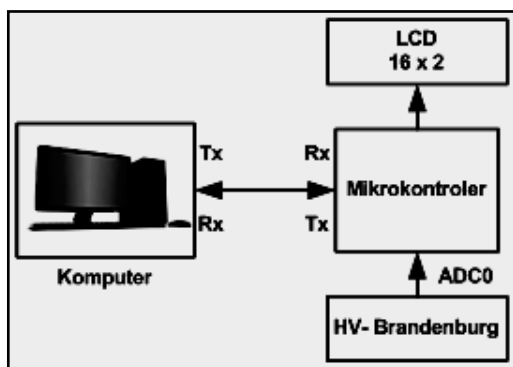


Gambar 8 Grafik linearitas ADC terhadap keluaran HV DC

Dari grafik linearitas ADC didapatkan persamaan linear tegangan keluaran HV *Brandenburg model 4479* terhadap ADC yaitu $Y=1,963X$ dan linearitas ADC $R^2 = 1$. Resolusi dari ADC yang dihasilkan adalah 4 mV/bit dengan tegangan $V_{\text{reff}} = 5$ volt.

Pengujian Perangkat Lunak Mikrokontroler

Pengujian perangkat lunak mikrokontroler bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dari perangkat lunak yang dikembangkan pada mikrokontroler. Pengujian dilakukan dengan cara mengirimkan data secara serial dari komputer kepada mikrokontroler. Pada mikrokontroler dilihat aksi yang terjadi, blok diagram pengujian ditunjukkan pada Gambar 10. Hasil pengujian perangkat lunak mikrokontroler disajikan pada Tabel 3.



Gambar 10. Blok diagram pengujian perangkat lunak mikrokontroler

Dari data hasil pengujian, mikrokontroler hanya akan melakukan pengukuran *output* tegangan tinggi ketika menerima interupsi *serial* berupa karakter "O". Aksi yang dilakukan oleh mikrokontroler, membaca output tegangan tinggi melalui *ADC0*, menampilkan data tegangan tinggi pada LCD dan mengirimkan data tersebut secara *serial* kepada komputer. Hal ini membuktikan bahwa perangkat lunak telah berfungsi dengan baik dan sesuai harapan.

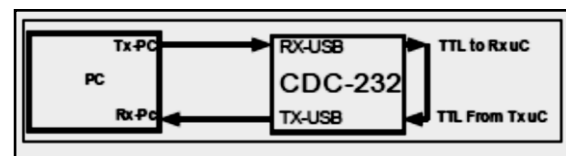
Tabel 3. Hasil Pengujian Program Perangkat Lunak Mikrokontroler

No	Data yang dikirim komputer	Tampilan LCD 16x2	Data yang dikirim oleh mikrokontroler
1	O	Nilai Ideal =100 Nilai Aktual= 100	100
2	B	Seperti kondisi sebelumnya (tidak berubah)	-
3	N	Seperti kondisi sebelumnya (tidak berubah)	-
4	A	Seperti kondisi sebelumnya (tidak berubah)	-
5	R	Seperti kondisi sebelumnya (tidak berubah)	-

PENGUJIAN PERANGKAT LUNAK BORLAND DELPHI

Koneksi Serial Menggunakan Comport

Pengujian koneksi *serial* dilakukan secara *closed loop* dengan menyambungkan *port RX* dengan *port TX* seperti ditunjukkan pada Gambar 11. Dari hasil pengujian didapatkan data yang disajikan pada Tabel 3. Hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa data yang dikirim sama dengan data yang diterima, sehingga perangkat lunak serial menggunakan *comport* telah berfungsi dengan baik.



Gambar 11. Blok diagram pengujian koneksi *serial* menggunakan *comport*

Tabel 3. Hasil Pengujian Koneksi *Serial* Menggunakan Comport

No	Data Dikirim	Data Diterima
1	A	A
2	O	O

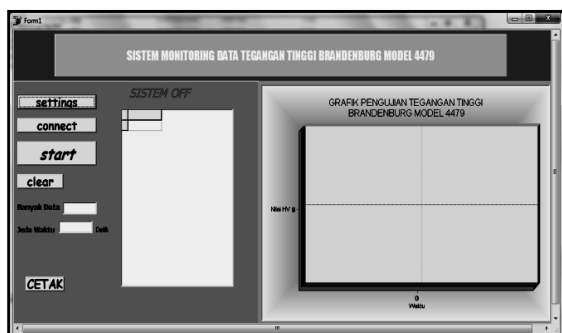
Tampilan Delphi

Perangkat lunak yang dikembangkan menggunakan *Borland Delphi* memiliki tampilan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.

Perangkat lunak yang dikembangkan dilengkapi *menu setting* yang berfungsi mengatur jalur komunikasi *serial* komputer dengan mikrokontroler, tombol *connect* untuk



menghubungkan komputer dengan mikrokontroler, tombol *start* untuk memulai proses *monitoring*, tombol *clear* untuk menghapus data dan tombol cetak untuk mencetak *logbook* yang dihasilkan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem monitoring ini telah berfungsi dengan baik. Dari hasil pengujian sistem ini telah berfungsi dengan baik yaitu dengan 30 data pengamatan, jeda waktu 2 menit dihasilkan *logbook monitoring* yang ditunjukkan oleh Gambar 13.



Gambar 12. Tampilan sistem monitoring tegangan tinggi Brandenburg

DATA MONITORING HV BRANDENBURG		
TANGGAL	JAM	NILAI HV
06/08/2012	12:28:21	798
06/08/2012	12:30:21	798
06/08/2012	12:32:21	798
06/08/2012	12:34:21	799
06/08/2012	12:36:21	798
06/08/2012	12:38:21	798
06/08/2012	12:40:21	798
06/08/2012	12:42:21	798
06/08/2012	12:44:21	798
06/08/2012	12:46:21	798
06/08/2012	12:48:21	798
06/08/2012	12:50:21	799
06/08/2012	12:52:21	798
06/08/2012	12:54:21	798
06/08/2012	12:56:21	798
06/08/2012	12:58:21	798
06/08/2012	13:00:22	799
06/08/2012	13:02:22	798
06/08/2012	13:04:22	798
06/08/2012	13:06:22	798
06/08/2012	13:08:22	800
06/08/2012	13:10:22	798
06/08/2012	13:12:22	798
06/08/2012	13:14:22	799
06/08/2012	13:16:22	798
06/08/2012	13:18:22	799
06/08/2012	13:20:22	799
06/08/2012	13:22:22	801
06/08/2012	13:24:22	798
06/08/2012	13:26:22	798

Gambar 13 Tampilan logbook

Pengujian *Error* /Kesalahan Pembacaan

Pengujian nilai *error*/kesalahan pembacaan dilakukan dengan membandingkan perbedaan pembacaan antara nilai yang terbaca oleh komputer dengan nilai yang terbaca oleh tampilan multimeter digital. Data hasil perbandingan pembacaan

multimeter dan tampilan komputer disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Error* Pembacaan Komputer

Tampilan		Abs Error (%)
Komputer (V)	Multimeter (V)	
999	1000	0,1
999	1000	0,1
1000	1000	0
1000	1000	0
1000	1000	0
999	1000	0,1

Dari data hasil pengujian *error* pembacaan didapatkan nilai *error* berkisar 0 sampai dengan 0,1 %. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sistem *monitoring* data dapat melakukan pembacaan data dengan baik mendekati nilai sebenarnya.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah berhasil dirancang dan dibangun serta diuji coba sistem monitoring data tegangan tinggi *Brandenburg* model 4479, dengan sistem pengiriman data nilai tegangan tinggi menggunakan komunikasi *serial CDC-232*.
2. Sistem monitoring data tegangan tinggi *Brandenburg model 4479* mempunyai persamaan regresi linear $ADC y=1,963x$ dan $R^2 = 1$, serta memiliki persen *error* pembacaan sebesar 0 sampai dengan 0,1 %.
3. Telah berhasil dibuat perangkat lunak menggunakan *Delphi 7* yang dapat mengolah data yang dikirimkan oleh mikrokontroler menjadi produk monitoring tegangan tinggi *Brandenburg model 4479* berupa *logbook* monitoring. Namun masih belum dapat menyimpan data berupa grafik.

DAFTAR PUSTAKA

1. SUDIONO, "Rancang Bangun Penyedia Tegangan Tinggi DC Berbasis Mikrokontroler AT89C51," in *Seminar Nasional II STTN*, Yogyakarta, 2008.
2. J. F. NASH. (1995, 4 Januari 2012). *Pengertian Sistem Informasi*. Available: <http://ridwaniskandar.files.wordpress.com/2009/05/52-pengertian-sisteminformasi.pdf>
3. BRANDENBURG, "Brandenburg 4479 Series Miniature Photomultiplier Modules," Brandenburg, Ed., ed. England.



**PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012**

4. ATMEL, "ATMega8535 Datasheet," Atmel, Ed., ed. Amerika, 2011.
5. Online. (23 Februari 2012). Available: <http://ilmubawang.blogspot.com/2012/02/cdc-232-usb-to-serial-ttl.html>
6. WISDA, "Perancangan Alat Ukur Kecepatan Dan Arah Angin Berbasis Mikrokontroler AT89S52," ed. Medan: Universitas Sumatera Utara, 2010.
7. N. UTAMININGSIH, "Rancang Bangun Pengukur Suhu Air Tangki Reaktor Kartini," STTN-BATAN, Yogyakarta, 2010.
8. M. DIANTO, "Sistem Aplikasi Kuis Online Sebagai Media Monitoring Mahasiswa," ed. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer, 2011.