

## RANCANG BANGUN HIBRID SURVEYMETER

Setyadi WS, Bambang Supardiyono

Puslibang Teknologi Maju - BATAN

### ABSTRAK

*Inovasi adalah salah satu strategi untuk meningkatkan kualitas dan menjawab tuntutan jaman. Langkah ini dilakukan BATAN terhadap hasil-hasil LITBANG, yang diantaranya adalah surveymeter tipe DIN 720. Dilakukan dengan cara menggabungkan tampilan analog dan digital agar memberi rasa aman bagi pemakaiannya yaitu dengan cara memasukkan nilai batas ambang maksimum paparan radiasi yang diinginkan. Digunakan mikrokontroler buatan ATMEL tipe AT90S2313 yang menangani seluruh bagian digital yaitu tampilan, setting data masukan dan konversi satuan cacah ke m Rontegtjam. Hasil pengujian linieritas menunjukkan nilai  $R^2 = 1$  untuk bagian digital dan 0,9999 untuk surveymeter analog-digital secara keseluruhan. Tampilan surveymeter ini selain meter analog juga ditampilkan pada LCD dua larik, dilengkapi pula dengan tombol-tombol untuk keperluan setting.*

### ABSTRACT

*Innovations are one of the ways to achieve better quality and user requirements. The DIN type 720 surveymeter is one of BATAN products that will be equipped with digital part. The aim of this research is to allow the user to set threshold value of maximum exposure dose. The experiment was carried out by using single chip microcontroller AT 90S2313 made by ATMEL, which handle digital part, namely displaying, data entry setting and conversion from counting to mR/hour unit. Linearity test result shows value  $R^2=1$  for digital part and 0.9999 for analog-digital surveymeter respectively. Surveymeter equipped with digital display in two columns LCD and push bottoms for data entries.*

### PENDAHULUAN

Hasil LITBANG Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) dibidang Instrumentasi Nuklir telah banyak dimanfaatkan masyarakat, baik dibidang sistem kendali, penelitian, kedokteran nuklir, pendidikan dan lain-lain, dimana sebagaian besar Instrumentasi Nuklir tersebut menggunakan teknologi lama. Perkembangan teknologi saat ini menghasilkan produk-produk komponen elektronik yang lebih kompetitif seperti lebih murah, lebih mudah, lebih andal dan lebih cepat. Perkembangan ini perlu dimanfaatkan untuk tujuan inovasi produk-produk yang telah dihasilkan BATAN seperti Surveymeter. Inovasi yang dilakukan adalah menggantikan atau melengkapi peralatan tersebut dengan komponen baru, sehingga dihasilkan unjuk kerja yang lebih baik serta disesuaikan dengan kebutuhan saat ini.<sup>(1,2)</sup>

Pada penelitian ini dilakukan modifikasi surveymeter yang telah dibuat yaitu seri DIN 720 yang menggunakan detektor Geiger Muller (GM) akan dilengkapi dengan tampilan digital menggunakan Liquid Crystal Diode (LCD) dua larik. Tujuan tampilan digital ini adalah ditampilkannya paparan maksimum yang dideteksi tanpa harus mengubah batas ukur. Selain itu ditampilkannya

alarm dalam bentuk audio apabila terjadi pencacahan yang melebihi batas ambang yang telah diset sebelumnya, sehingga memberikan tanda peringatan bagi para petugas proteksi radiasi atau pengguna alat ini akan besarnya paparan radiasi yang dideteksi.

Digunakan AVR Mikrokontroler AT90S2313 buatan ATMEL yang difungsikan sebagai pencacah dan setting perioda pencacahan serta batas maksimum pencacahan. Satuan yang ditampilkan dalam LCD adalah cacah per detik yang dikonversi menjadi satuan milli Rontgent per jam. Pengujian dilakukan dengan menggunakan pulse generator terhadap pencacah maupun surveymeter secara keseluruhan, menunjukkan derajat kesaksamaan tinggi dengan surveymeter analog.<sup>(3,4,5)</sup>

### PERENCANAAN

Mikrokontroler adalah rangkaian terintegrasi (Integrated Circuit) yang di dalamnya terdiri dari mikroprosesor dan peripheral-peripheral pendukung seperti RAM (Read Access Memory), PIO (Peripheral Input Output), EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory), Timer, ADC (Analog Digital Converter) dan lain-lain.

Kompleksnya periperal di dalam mikrokontroler memungkinkan perancangan perangkat keras yang sederhana, bahkan mikrokontroler dapat dirancang untuk bekerja sebagai *single chip* kontroler. Operasi penambahan, pengurangan, pengalian, integral dan diferensial yang dahulu dilakukan oleh operasional amplifier telah dapat digantikan oleh serentetan program yang di-*download* ke dalam mikrokontroler yang dijalankan dalam kecepatan proses yang tinggi. Kemampuan menyimpan data dalam *EEPROM* yang tidak akan hilang walau terjadi pemutusan arus listrik memungkinkan penyimpanan *sample data* suatu percobaan secara otomatis (*data logger*).

*Built-in analog to digital converter* (ADC) dalam mikrokontroler dapat digunakan untuk mengambil data analog untuk diproses secara digital dalam mikrokontroler.

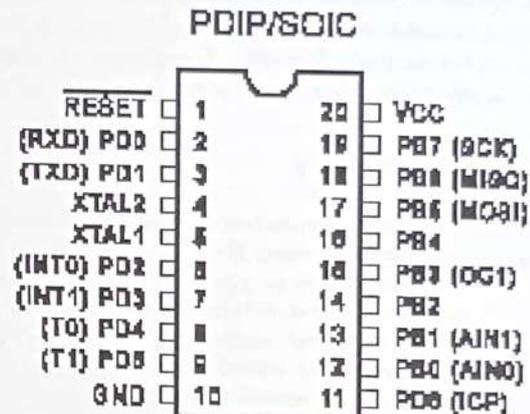
Dalam penelitian ini digunakan AVR Mikrokontroler AT90S2313 adalah mikrokontroler keluaran ATMEL dengan arsitektur komputer RISC (*Reduce Instruction Set Computer*). Arsitektur AVR mikrokontroler memiliki 32 register (R0..R31) yang semuanya dapat digunakan sebagai accumulator.

AVR mikrokontroler menjalankan instruksi secara pipeline dengan satu instruksi setiap satu putaran (*cycle*) *clock*. Hal ini memungkinkan cepatnya pemrosesan data dan efisiensi daya yang lebih tinggi jika dibanding mikrokontroler dengan arsitektur komputer CISC (*Complex Instruction Set Computer*).

Mikrokontroler AVR dilengkapi dengan periperal-periperal pendukung yang *built-in* dalam satu keping chip, diantaranya yaitu:

1. 2K Bytes *In-System Programmable Flash*
2. 128 Bytes *SRAM*
3. 128 Bytes *In-System Programmable EEPROM*
4. *Periperal Input/Output*

5. *Timer/Counter*
6. *Full duplex UART*
7. *Analog Comparator*
8. *Programmable Watchdog Timer dengan On-chip Oscillator*
9. *Low Power Idle dan Power-down Modes*
10. *External Interrupt Source*

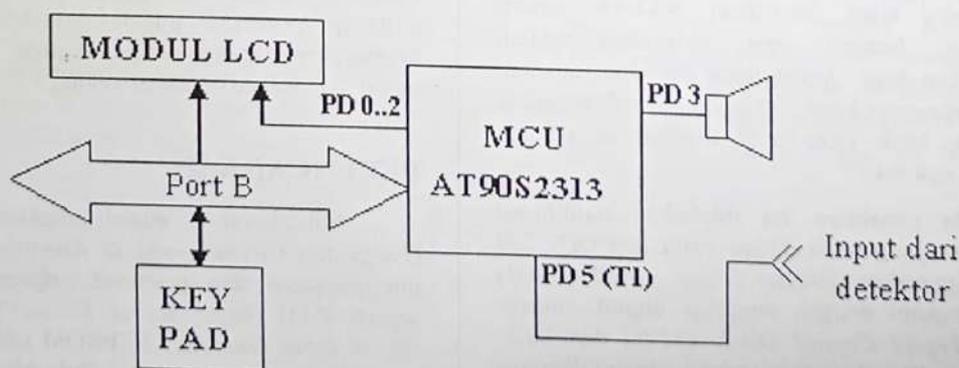


Gambar 1. Konfigurasi Pin AT90S2313.

## TATA KERJA

### Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras terdiri dari *keypad* sebagai masukan data perioda dan perintah, modul LCD Hitachi M1632, dan AT90S2313 sebagai unit kontrol. Diagram blok perangkat keras disajikan pada Gambar 2



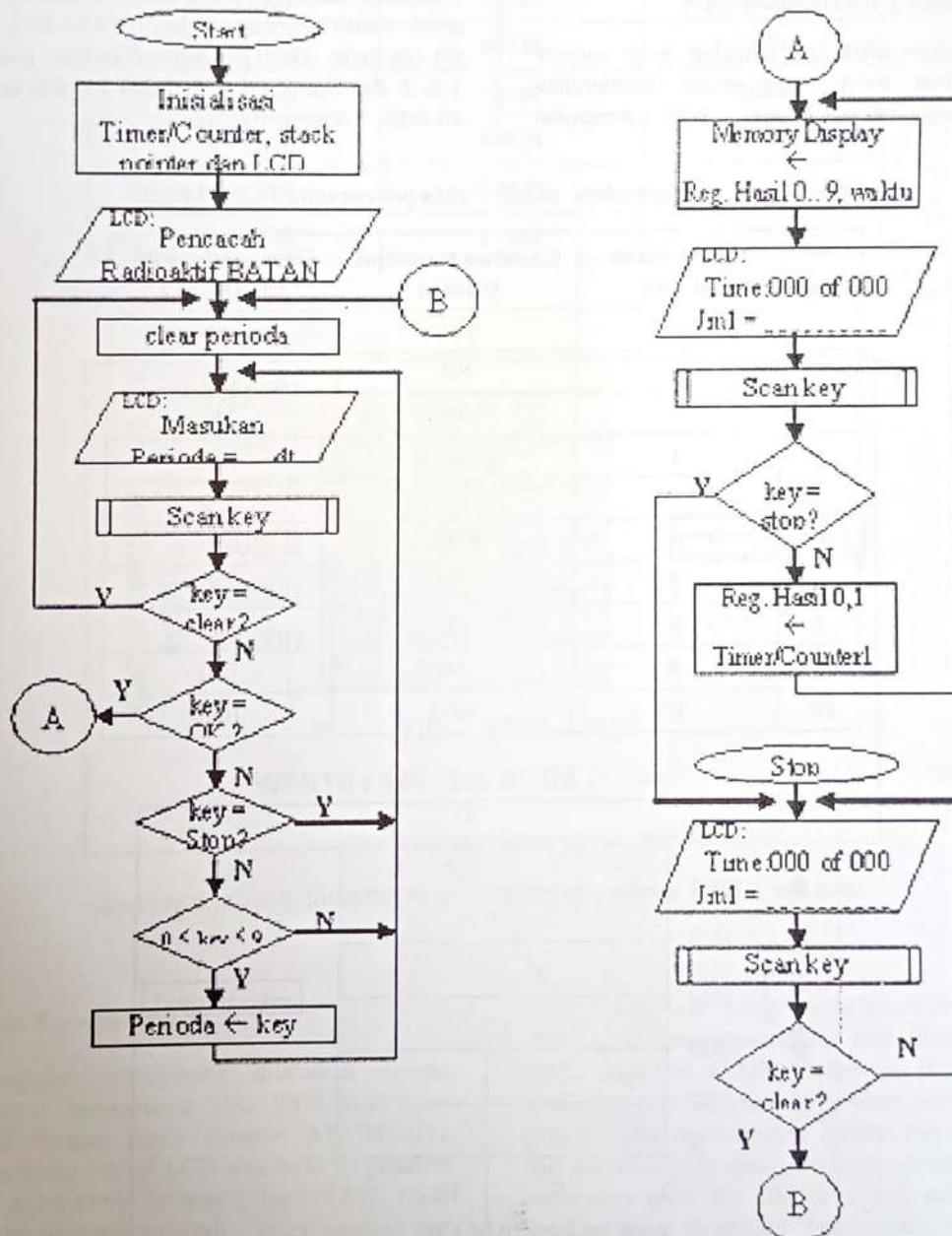
Gambar 2. Diagram blok perangkat keras.

Port B AT90S2313 digunakan secara multipleks untuk menggerakkan LCD dan untuk mengambil data dari matriks keypad. Modul LCD M1632 dihubungkan secara langsung ke Port B AT90S2313 sedang matriks keypad  $3 \times 4$  dihubungkan ke Port B setelah melalui resistor pembatas arus sebesar 3k ohm. Resistor ini berfungsi agar saat Port B mengirimkan data ke LCD, data tidak rusak walaupun terdapat tombol yang ditekan. Port D 0..2 digunakan sebagai sinyal kontrol untuk LCD sedang Port D3 dihubungkan dengan penguat

suara untuk memberikan bunyi saat tombol ditekan atau untuk nada peringatan. Port D.5 T1 (*Timer/Counter1 external input*) digunakan untuk masukan data pulsa dari detektor.

### Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak terdiri dari program utama dan dua buah *interrupt routine handler* untuk interupsi dari *Timer/Counter1 Compare Match* dan *Timer/Counter Overflow*.



Gambar 3. Diagram alir program utama.

Program utama pertama-tama akan melakukan inisialisasi awal yaitu ketika perangkat baru dinyalakan atau ketika tombol reset baru ditekan. Kemudian program melakukan layanan pemasukan data dari keypad untuk memasukan perioda lamanya pencacahan. Setelah tombol "OK" ditekan alat akan memulai pencacahan dan akan berhenti jika perioda pencacahan sudah selesai atau tombol "Stop" ditekan. Diagram alir program utama disajikan pada Gambar 3.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan terhadap *timer counter* dan pengujian surveymeter secara keseluruhan dengan menggunakan pulser. Untuk pengujian

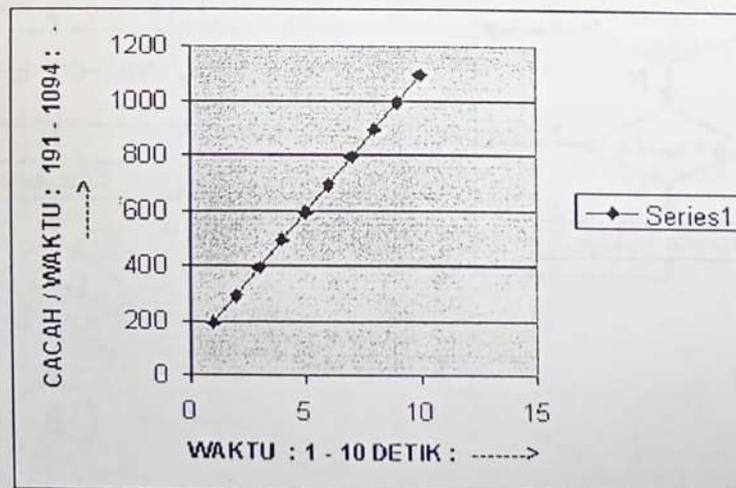
*counter-timer* dilakukan dengan membandingkan hasil yang didapatkan dengan *timer counter* yang dianggap sebagai standard. Sedang pengujian surveymeter secara keseluruhan, digunakan timer counter yang dianggap standard serta tampilan analog surveymeter itu sendiri.

### Pengujian Timer-Counter

Pengujian dilakukan dengan menggunakan peralatan berupa Pulse generator Model FG 502 dan Universal Counter Model DC 503 keduanya buatan Textronix. Diberikan pulsa masukan sebesar 100 Hz untuk waktu pencacahan dari 1 s/d 10 detik, dari 10 s/d 100 detik, Hasil pengujian disajikan pada Tabel 1 & 2 dan Gambar 4 & 5. Tabel 1 waktu cacah 0 – 10 detik. Fekkuensi 100 HZ.

Tabel.1. Hasil pencacahan untuk waktu pencacahan 1 s/d 10 detik.

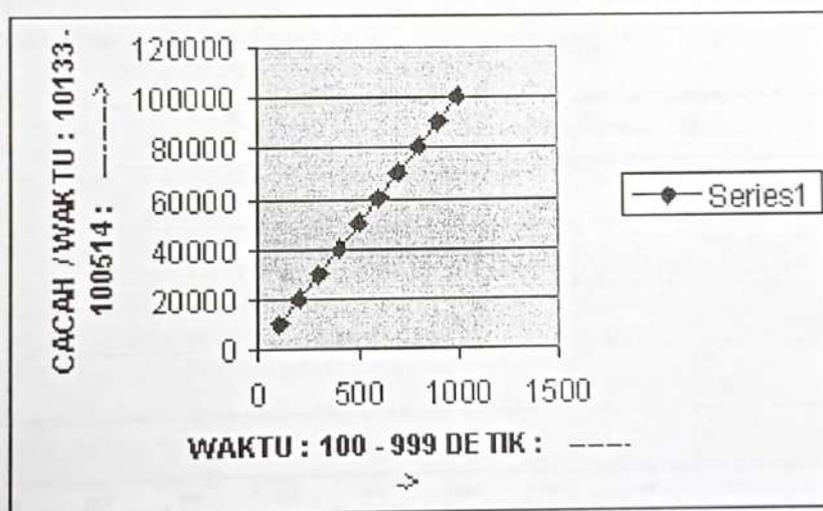
No	Waktu cacah (detik)	Cacahan penampil (cacah)	Cacahan (cacah) UC DC 503
1	1	191	100
2	2	291	200
3	3	191	300
4	4	492	400
5	5	592	500
6	6	693	600
7	7	793	700
8	8	893	800
9	9	994	900
10	10	1094	1000



Gambar 4. Grafik linieritas laju cacah untuk perioda pencacahan 1 s/d 10 detik.

Tabel 2. Hasil pencacahan untuk waktu pencacahan 100 s/d 999 detik.

No	Waktu cacah (detik)	Cacahan penampil (cacah)	Cacahan (cacah) UC DC 503
1	100	10133	10000
2	200	20175	20000
3	300	30218	30000
4	400	40260	40000
5	500	50303	50000
6	600	60346	60000
7	700	70390	70000
8	800	80434	80000
9	900	90479	90000
10	999	10480	99900



Gambar 5. Grafik linieritas laju cacah untuk perioda 100 s/d 999 detik.

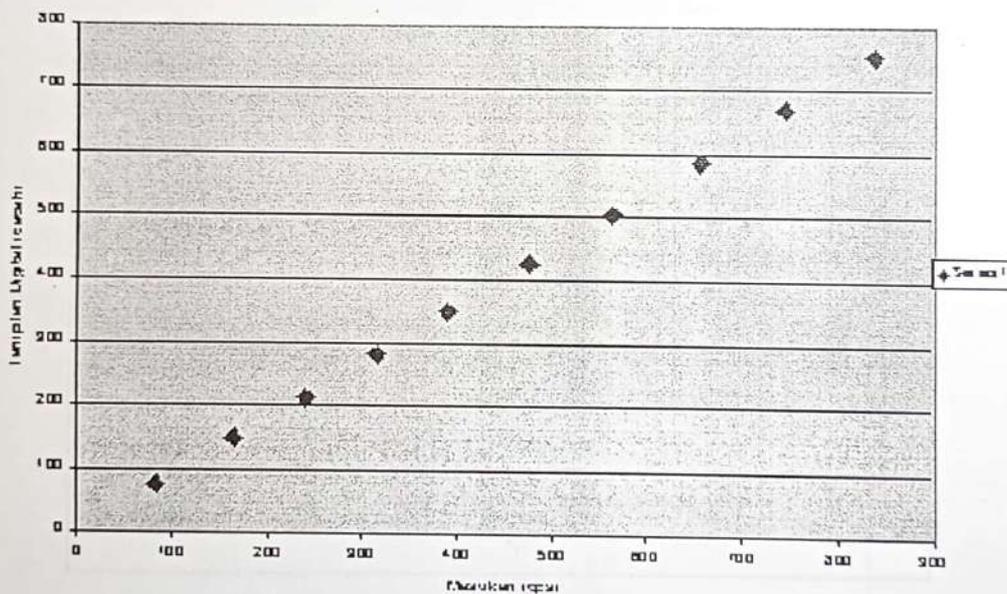
### Pengujian Surveymeter

Pengujian surveymeter dilakukan dengan menggunakan surveymeter tipe DIN 720 yang dilengkapi dengan *timer counter* AT 90S2313 dengan tampilan digital LCD dua larik. Digunakan generator pulsa Merk Textronix tipe FG 502. Hasil pengukuran ditampilkan pada Meter analog dari surveymeter, tampilan digital dan Counter Textronix tipe Universal Counter DC 503. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 6.

Dari hasil pengujian *Timer-Counter* yang dibuat dari komponen utama mikrokontroller AT 90S2313 buatan ATMEL didapatkan linieritas yang memenuhi syarat untuk digunakan sebagai *timer counter* pada Instrumentasi Nuklir. Hal ini terbukti dari linieritas yang diperoleh yaitu sebesar 1 dengan persamaan garis  $Y = 100,2X + 167$  untuk seluruh jangkau ukur. Pengujian Surveymeter menunjukkan linieritas sebesar 0,9999 dengan persamaan  $Y = 0,8954 X$ , merupakan persamaan garis linier untuk seluruh jangkau ukur surveymeter yang dibuat.

Tabel 3. Hasil pengujian surveymeter.

No	Cacahan pada Pulse generator (HZ)	Cacahan penampil Analog (cps)	Cacahan penampil digital (cps)
1	83,3	50	75
2	165	100	148
3	240	150	211
4	315	200	280
5	390	250	349
6	476	300	426
7	565	350	505
8	657	400	585
9	745	450	670
10	838	500	753



Gambar 6. Grafik linieritas Surveymeter dengan tampilan digital.

## PEMBAHASAN

Dari rancang bangun dan pengujian didapatkan perangkat *hybrid surveymeter* sesuai dengan yang diinginkan, yaitu melengkapi kekurangan kekurangan surveymeter terdahulu. Kekurangan yang dirasakan oleh pengguna, antara lain diharuskannya memutar saklar putar (*rotary switch*) untuk memindahkan batas ukur yang sesuai. Apabila batas ukur terlalu kecil sedang paparan radiasi yang diukur lebih besar, maka pengguna

harus memindah batas ukur dengan memutar saklar putar agar didapat pembacaan nilai yang diukur sesuai dan benar. Dari inovasi yang telah dilakukan, batas ukur akan berubah sesuai dengan nilai paparan radiasi yang dideteksi. Sehingga penampil akan menampilkan paparan radiasi dari batas ukur terendah sampai batas ukur tertinggi. Selain itu waktu tanggap digital lebih cepat dari pada tampilan analog sehingga alat ini dapat menampilkan setiap perubahan yang terjadi.

Alat ini dilengkapi pula dengan alarm yang berfungsi memberi tahu kepada pengguna apabila terjadi pencacahan yang melebihi batas nilai ambang yang telah diset sebelumnya. Kelengkapan ini sangat dirasakan manfaatnya oleh petugas proteksi radiasi atau pengguna lainnya yang bekerja di daerah radiasi. Bunyi alarm akan mengingatkan pengguna bahwa paparan yang diterima telah melebihi batas nilai ambang yang telah diset, tanpa harus membaca besarnya paparan radiasi.

Secara perangkat keras untuk mewujudkan maksud ini digunakan *data entry*, berupa tombol numerik dari 0 sampai 9 dan tombol pendukung lainnya. Sedangkan penampil LCD dua larik, pada saat mode *data entry* hanya akan menampilkan nilai ambang batas paparan radiasi dan lamanya operasi yang diinginkan. Setelah setting selesai dilakukan, dengan menekan tombol *enter* maka surveymeter ini akan bekerja.

Dari hasil pengujian terdapat ketidaksesuaian antara besaran penunjukan pada meter analog dan penunjukan pada LCD, hal ini dapat diatasi dengan memasukan suatu konstanta yang disediakan sebagai faktor koreksi didalam kalibrasi surveymeter. Dalam perencanaan tersebut penampilan pada LCD maupun Analog memiliki satuan mRontgen/Jam atau satuan lain yang berlaku.

Pada pengujian surveymeter ini gunakan pulser dengan frekuensi tertentu. Besaran tersebut didapatkan dari batas maksimum meter analog sebesar 5000 Cacah per menit, bila diubah menjadi cacah/detik sebesar  $5000/60 = 83,3$  cacah/detik. Dengan cara ini, untuk kalibrasi surveymeter dengan menggunakan sumber radiasi standard tidak akan jauh berbeda dari pengaturan elektronik sebelumnya.

Pengembangan surveymeter ini dilakukan dengan mengganti detektor Geiger Muller dengan menggunakan detektor NaI(Tl) yang mampu membedakan tenaga dan memiliki sensitivitas yang lebih baik. Sedangkan kemampuan mikrokontroler AT 90S2313 terbukti dengan linieritas *counter timer* yang dikonstruksi memungkinkan pengembangan Survey meter ini menjadi *Portable Gamma Monitoring System* yang mampu memberikan informasi lebih banyak tentang deteksi paparan gamma.<sup>(6,7)</sup>

## KESIMPULAN

1. Telah dikonstruksi hybrid surveymeter dengan dua tampilan yaitu tampilan analog dan tampilan digital pada LCD dua larik menggunakan komponen utama mikrokontroler AT 90S2313. Kelebihan surveymeter ini mampu memberikan

peringatan kepada penggunanya apabila batas pencacahan melebihi batas ambang yang telah di set.

2. Dari hasil pengujian didapatkan linieritas yang memenuhi syarat Instrumentasi Nuklir. Linieritas pada bagian digital sebesar 1 dengan persamaan garis  $Y = 100,2X + 167$ , sedang linieritas hybrid surveymeter keseluruhan sebesar 0,9999 dengan persamaan  $Y = 0,8954 X$  untuk seluruh jangkauan ukur.
3. Dengan penambahan bagian digital, telah melengkapi dan meningkatkan unjuk kerja surveymeter DIN 720 dan memberi rasa aman kepada pemakai.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Sdr. Benediktus Dwi Desiyanto, mahasiswa Fakultas Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, lulus tahun 2002 yang telah membantu pembuatan program dalam bahasa assembler.
2. Sdr. Juningran dan Sdr Sri Prihartinto A.Md, staf Balai Elektromekanik P3TM-BATAN yang telah membantu pengujian hybrid surveymeter.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ...., *Buku Petunjuk Pemakaian Beta Gamma Surveymeter DIN 720*, Badan Tenaga Nuklir Nasioanl, 1993.
2. ...., *AVR Instruction Set*, ATMEL Corporation, Orchard Parkway, San Jose California USA, 1999.
3. ...., *STK200 Starter Kit*, ATMEL Corporation, Orchard Parkway, San Jose California USA, 1999.
4. EG&G Ortec (<http://www.egginc.com/>).
5. Dokumen . *Program Jaminan Kualitas Sistim Instrumentasi dan Kendali*.
6. EBERLINE Instrument, *ASP-2/2e Portable Radiation Monitor*, Eberline Instrument, West Columbia, USA, 1995.
7. SETYADI, dkk, *Pengujian Surveymeter Sensitivitas Tinggi*, Prosiding PPI Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir PPNY-BATAN, 1998.

---

## TANYA JAWAB

### Gatot Wurdianto

- Dalam rancang bangun, apakah switch untuk alarm dan switch untuk paparan dosis dipisahkan? Karena kedua switch ini jika tidak dipisah saling mempengaruhi nilai sebenarnya.

### Setyadi WS

- Rotary switch digantikan dengan setting awal, dengan cara memasukan nilai-nilai batas maksimum, dengan menekan tombol "enter", maka survey meter akan beroperasi.

### Jumari

- Berapa batasan *counting* maksimum alat tersebut dan apakah nantinya dapat dipasang di reaktor Kartini?
- Mengapa memilih mikrokontroler tipe AT90 S2313, apa kelebihanannya.

### Setyadi WS

- *Count rate* maksimum secara elektronik = 5000 Hz = 5 kHz, tetapi respon dari detektor GM dalam orde mili second, sehingga bila detektor tidak diganti, maka peralatan elektronik tidak menambah kinerja alat, dapat dipakai.
- Atmet tipe AT90 S2313 fiturnya hampir sama dengan Atmet 89C51 atau 89C52.