

## PROGRAM KOMPUTER UNTUK KALIBRASI TLD

Endang Kurnia, Rini Heroe Oetami  
Pusat Penelitian Teknik Nuklir - Badan Tenaga Atom Nasional

### ABSTRAK

PROGRAM KOMPUTER UNTUK KALIBRASI TLD. Setiap pekerja radiasi diwajibkan dipantau dosis radiasi yang diterimanya, diantaranya dengan TLD (Thermoluminescent Dosemeter). Dalam pemantauan dosis radiasi dengan TLD dilakukan tahap kalibrasi dosis dan diikuti dengan tahap manajemen basis data personil (1). Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat perangkat lunak untuk kalibrasi TLD yang dapat dengan cepat dan akurat membantu perhitungan-perhitungan dalam kalibrasi TLD. Program komputer ditulis dengan bahasa C, karena bahasa ini dinilai cepat dan terstruktur, sehingga memudahkan untuk pembuatan perangkat lunak aplikasi yang kompleks dan besar. Adapun sistem komputer yang digunakan adalah PC IBM kompatibel dengan monitor EGA. Program dirancang dengan metode algoritma *top down*. Berdasarkan rancangan program, fungsi yang diperlukan antara lain untuk perhitungan aktivitas sumber standar, perhitungan laju paparan radiasi pada berbagai jarak, fungsi kalender untuk menghitung tanggal dan jam selesainya kalibrasi, regresi pangkat antara cacahan vs dosis dengan metode least square, interpolasi cacahan terhadap dosis dan juga dilengkapi dengan suatu fungsi grafik untuk menggambarkan kurva kalibrasi. Dengan terselesaikannya program komputer untuk kalibrasi TLD, maka pemanfaatan program ini sangat penting untuk peningkatan fungsi dan daya guna sistem kerja personil pengelola TLD.

### ABSTRACT

COMPUTER PROGRAM FOR TLD CALIBRATION. Radiation worker should have a record of their dose received monthly. TLD (Thermoluminescent Dosemeter) is used in monitoring doses, in managing doses there two step should be done, the first is dose calibration and the second is personal data base management (1). The objective of this experiment is to design and done the application software to be used in calculations of TLD calibration. C language is used in this program because its portable, fast and structured language. Therefore it is useful in making big and complex software. IBM PC compatible with EGA monitor provided. Topdown algorithm methods is used in designing the program and function those needed are standard source activity calculation, exposure rate, calender clock function, regression of least square method, dose interpolation and graphics function, as well the advantages of this program is important to increase the quality of dose monitoring entirely.

### PENDAHULUAN

Setiap pekerja radiasi yang berhubungan dengan radiasi pengion diwajibkan untuk dipantau dosis radiasi yang diterimanya, salah satu metode pengukuran dosis radiasi personil adalah dengan TLD (Thermoluminescent Dosemeter). Ada dua tahap pekerjaan yang dapat digolongkan dalam pengelolaan dosis radiasi dengan TLD, tahap pertama adalah kalibrasi TLD dan tahap kedua adalah manajemen basis data personil (1). Komputerisasi manajemen basis data dosis radiasi sudah berjalan di Sub. Bidang Proteksi Radiasi Pusat Penelitian Teknik Nuklir, dan untuk selanjutnya dicoba komputerisasi beberapa perhitungan untuk kalibrasi TLD.

Pemantauan dosis radiasi personil secara berkala sebulan sekali, begitu juga kalibrasi

TLD dilakukan sebulan sekali, maka untuk membantu mempermudah dan mempercepat serta dengan tepat membuat perhitungan-perhitungan yang dilakukan secara rutin per bulan, maka dirancang suatu perangkat lunak aplikasi untuk kalibrasi dosimeter termoluminesensi.

### RANCANGAN PROGRAM

#### Umum

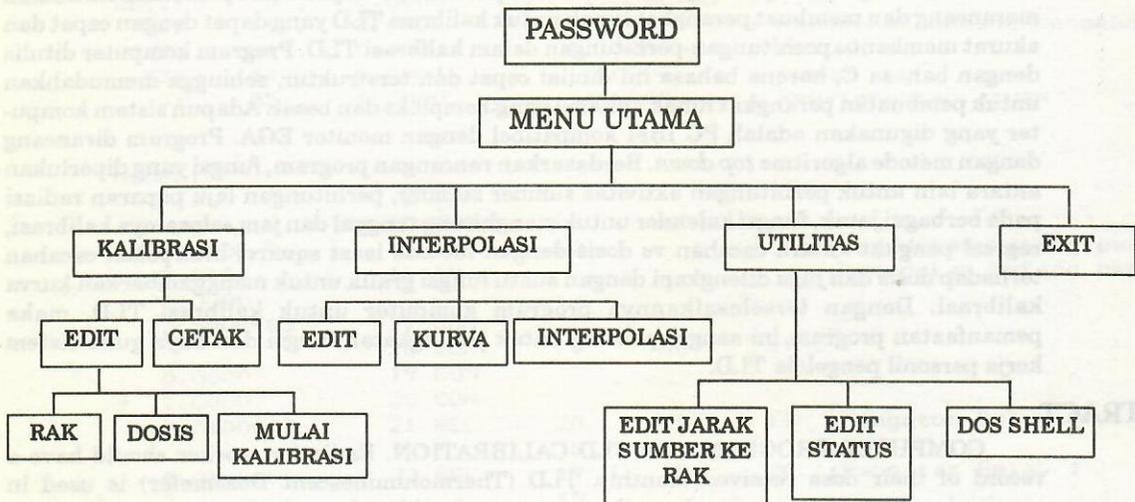
Program komputer ditulis dengan bahasa C, karena bahasa ini dinilai lebih cepat dan terstruktur, sehingga memudahkan untuk pembuatan program aplikasi yang kompleks dan besar. Adapun sistem komputer yang digunakan adalah komputer IBM kompatibel dengan kapasitas RAM 640 kB dilengkapi dengan monitor

EGA, sedangkan *compiler* yang digunakan adalah turbo C.

Pengembangan program aplikasi dirancang dengan metode algoritma *topdown* di mana program dikerjakan pertama kali pada level tertinggi yang selanjutnya secara menurun dikembangkan fungsi- fungsi pada bagian bawahnya.

**Diagram alir program.**

Diagram alir dari rancangan program dapat digambarkan seperti pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram alir rancangan program untuk kalibrasi TLD.

Berdasarkan rancangan program, ada beberapa fungsi perhitungan yang diperlukan, antara lain perhitungan aktivitas sumber standar, paparan radiasi, regresi pangkat, interpolasi dan fungsi grafik.

**Fungsi perhitungan aktivitas sumber standar**

Perhitungan aktivitas sumber standar pada saat kalibrasi dilakukan menggunakan persamaan untuk menghitung peluruhan radioaktivitas suatu zat radioaktif, mengikuti persamaan:

$$A_t = A_o e^{-t} \quad (1)$$

$A_t$  = aktivitas pada waktu t, ( $\mu\text{Ci}$ );  $A_o$  = aktivitas awal, ( $\mu\text{Ci}$ ) = konstanta disintegrasi; t = waktu, (tahun).

**Fungsi perhitungan paparan radiasi dan lama irradiasi**

Fasilitas kalibrasi berupa suatu sumber standar yang dikelilingi oleh rak kalibrasi pada

berbagai jarak. Laju paparan radiasi pada berbagai jarak dihitung dengan persamaan:

$$E = (A_t \times 13 \times 10^{-3} \times 1/r^2) \quad (2)$$

E= laju paparan radiasi, (mR/jam); A= aktivitas sumber standar, ( $\mu\text{Ci}$ ); r= jarak,(cm).

Adapun untuk menghitung lama irradiasi yang diperlukan untuk mendapatkan dosis tertentu adalah:

$$T = D/E_r \quad (3)$$

T = waktu, (jam); D = dosis yang diinginkan;  $E_r$  = laju paparan radiasi.

**Fungsi regresi**

Hubungan antara cacahan vs dosis merupakan fungsi pangkat. Untuk mendapatkan persamaan hubungan antara cacahan terhadap dosis dilakukan regresi pangkat dengan metode *least square*.

$$Y = A X^B \quad (4)$$

Y = dosis; x = cacahan; A,B = konstanta.

$$A = \frac{\sum \ln(Y) - B \cdot \sum \ln(X)}{n}$$

$$B = \frac{n \cdot \sum \ln(X) \cdot \ln(Y) - \sum \ln(X) \cdot \sum \ln(Y)}{n \cdot \sum (\ln X)^2 - (\sum \ln X)^2}$$

$$r = \frac{n \cdot \sum \ln X \cdot \ln Y - \sum \ln X \cdot \sum \ln Y}{\left\{ [n \cdot \sum (\ln X)^2 - (\sum \ln X)^2] \left[ n \cdot \sum (\ln Y)^2 - (\sum \ln Y)^2 \right] \right\}^{1/2}}$$

### Fungsi grafik

Untuk menampilkan kurva cacahan vs dosis dibuat suatu fungsi grafik. Beberapa fungsi grafik diambil dari *library function* yang sudah ada di turbo C, begitu juga dengan fungsi bentuk huruf.

## HASILEKSEKUSI PROGRAM

### Menu utama

Pertama program dieksekusi akan muncul logo dan permintaan untuk memasukkan *password*. Setelah *password* yang benar diketik, akan muncul menu utama seperti pada Gambar 2 di bawah ini. Sistem bar menu yang digunakan sangat memudahkan pemilihan menu yang diinginkan.

### Menu kalibrasi

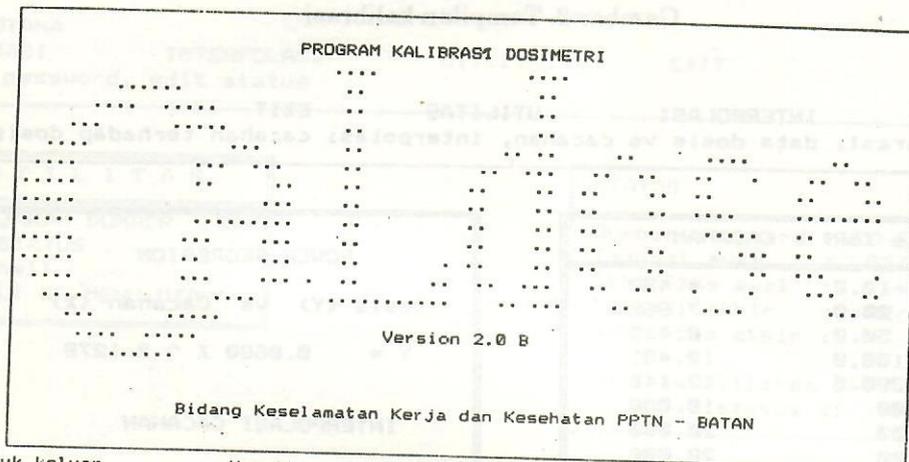
Pemilihan menu kalibrasi dari menu utama akan menyebabkan munculnya tampilan seperti pada Gambar 3.

Nomor rak tempat TLD dikalibrasi, dosis yang diinginkan dan tanggal, jam dimulainya kalibrasi dapat diedit atau diubah, sedangkan lama irradiasi yang diperlukan, tanggal dan jam selesai kalibrasi akan dihitung.

### Interpolasi

Dengan memilih menu interpolasi akan muncul tampilan seperti pada Gambar 4.

TLD hasil kalibrasi, setelah dicacah datanya dimasukkan. Selanjutnya komputer akan membuat perhitungan persamaan regresinya, dengan telah diketahui persamaan hubungan



uk keluar ..... - Masukkan password atau Esc untuk keluar ..... - Masukkan

MENU UTAMA  
KALIBRASI            INTERPOLASI            UTILITAS            EXIT  
Hubungan antara rak, dosis lama kalibrasi, mulai dan selesai kalibrasi

STATUS	
Sumber standard :	CO-60
Tanggal awal :	16/01/75
Aktivitas awal :	1148.0000 mCi
Tanggal akhir :	02/12/91
Aktivitas akhir :	125.3527
Gunakan utilitas untuk mengubah status di atas	

Gambar 2. Tampilan menu utama

KALIBRASI TLD-BADGE

No.	Rak	Dosis (mR)	Lama	Mulai		Selesai	
				Tanggal	Jam	Tanggal	Jam
1	3	5	0:55:35	02/12/91	01:08:02	02/12/91	2:03:37
2	4	10	0:54:18	02/12/91	00:00:02	02/12/91	0:54:20
3	3	20	3:42:20	02/12/91	09:01:07	02/12/91	12:43:27
4	7	50	1:58:49	02/12/91	08:00:00	02/12/91	9:58:49
5	3	100	18:31:42	02/12/91	08:00:00	03/12/91	2:31:42
6	4	300	27:09:12	02/12/91	08:00:00	03/12/91	11:09:12
7	5	500	30:05:17	02/12/91	09:00:00	03/12/91	15:05:17
8	8	1000	34:16:35	02/12/91	02:00:00	03/12/91	12:16:35
9	11	2000	52:29:08	02/12/91	08:00:00	04/12/91	12:29:08
10	11	3000	78:43:43	02/12/91	08:00:00	05/12/91	14:43:43
11	11	5000	131:12:51	02/12/91	08:00:00	07/12/91	19:12:51

EDIT                      CETAK                      EXIT

Gambar 3. Tampilan kalibrasi

MENU UTAMA  
 KALIBRASI                      INTERPOLASI                      UTILITAS                      EXIT  
 Kurva kalibrasi, data dosis vs cacahan, interpolasi cacahan terhadap dosis

No.	Dosis (mR)	CACAHAN
1	10.0	4.432
2	20.0	7.366
3	50.0	8.425
4	100.0	10.485
5	300.0	13.140
6	500	18.000
7	1000	20.000
8	2000	28.000
9	3000	30.000
10	5000	35.988

EDIT                      KURVA                      INTERPOLASI                      EXIT

POWER REGRESION

Dosis (Y) vs Cacahan (X)

Y = 0.0680 X ^ 3.1278

INTERPOLASI CACAHAN

Tekan <Enter> jika selesai

Cacahan : 5666 x 10<sup>-3</sup>

Dosis : 15.4 mRem

Gambar 4. Tampilan hasil regresi dan interpolasi data kalibrasi

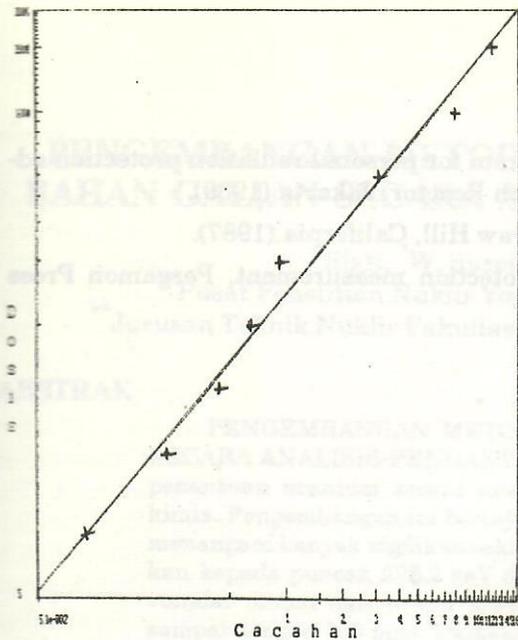
antara cacahan terhadap dosis, tentunya dengan mudah dapat dilakukan interpolasi untuk membaca dosis TLD yang telah diketahui cacahannya.

Dengan memilih menu kurva akan tampil grafik kurva antara cacahan terhadap dosis. Untuk mencetak kurva kalibrasi ke mesin pencetak dapat dilakukan dengan menekan tombol "P" sehingga dapat dihasilkan hasil seperti pada Gambar 5 (halaman berikut).

*Menu Utilitas*

Utilitas merupakan fungsi pembantu, yang apabila dipilih akan memberikan tampilan seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Sub menu utilitas terdiri dari fungsi untuk mengedit jarak sumber standar terhadap rak tempat TLD dikalibrasi, mengedit status atau fungsi untuk keluar ke DOS untuk melakukan perintah-perintah pada *dos prompt* tanpa menghapus program dari memori.



Gambar 5. Kurva kalibrasi cacahan vs. dosis

**KESIMPULAN**

Program komputer untuk kalibrasi TLD ini sangat mudah dioperasikan dan sangat membantu pekerjaan rutin pengelola dosis radiasi personil. Mengingat perlu adanya peningkatan fungsi dan daya guna sistem kerja personil pengelola TLD, maka salah satu solusinya adalah pemanfaatan program komputer kalibrasi TLD ini yang dirancang sangat mudah dioperasikan, cepat, akurat dan membantu pekerjaan rutin pengelola TLD.

MENU UTAMA  
KALIBRASI                      INTERPOLASI                      UTILITAS                      EXIT  
Rubah password, edit status

UTILITAS	
EDIT JARAK SUMBER - RAK	
EDIT STATUS	
DOS Shell	
KEMBALI KE MENU UTAMA	

STATUS	
Sumber standard :	CO-60
Tanggal awal :	02/01/64
Aktivitas awal :	140.0000 mCi
Tanggal akhir :	02/12/91
Aktivitas akhir :	3.5907
Gunakan utilitas untuk mengubah status di atas	

Gambar 6. Tampilan menu utilitas

MENU UTAMA  
KALIBRASI                      INTERPOLASI                      UTILITAS                      EXIT  
Rubah password, edit status

RAK	JARAK (cm)	EXPOSURE (mR/J)
1	11.00	385.7795
2	14.76	214.2653
3	20.89	106.9665
4	50.00	18.6717
5	55.56	15.1217
6	60.00	12.9665
7	70.00	9.5264
8	80.56	7.1926
9	90.58	5.6893
10	100.55	4.6170
11	135.55	2.5405
12	140.55	2.3630
13	150.85	2.0513
14	160.50	1.8121

STATUS	
Sumber standard :	CO-60
Tanggal awal :	02/01/64
Aktivitas awal :	140.0000 mCi
Tanggal akhir :	02/12/91
Aktivitas akhir :	3.5907
Gunakan utilitas untuk mengubah status di atas	

Edit Jarak ke sumber Y/N

Gambar 7. Tampilan sub menu utilitas

### DAFTAR PUSTAKA

1. Kasan, S., Kurnia, E., et. al., Prot-2 a computer program for personal radiation protection administration system, 2<sup>nd</sup> Asian Symposium on Reseach Reactor, Jakarta (1989).
2. Schild, H., C The Complete Reference, Osborne Mc Graw Hill, California (1987).
3. Kiefer, HANS., Rupprecht Maushart., Radiation protection measurement, Pergamon Press Ltd, Braunschweig (1972).