

## RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR DENSITAS OPTIK RADIOGRAF SINAR-X DIGITAL

Sumariyah, Isnain Gunadi dan Syaiful Mujib

Laboratorium Instrumentasi dan Elektronika Jurusan Fisika UNDIP

### ABSTRACT

*A digitized X-ray radiograph's optical density measurer has been designed. It's scale work is between 0.00 to 4.42. The main part of this instrument is an optocpler sensor which will convert the light passing by to an analog current. An optocpler circuit is a combination of LED as a light source, and a photoresistor as a light sensor. The sensor circuit is combined with a voltage divider circuit so that the voltage caused by the light and the output is work reversely. Besides, it combined with an instrumentation amplifier which amplifies the output voltage of the whole sensor. A decoder then added to the circuit to translate the BCD code to a seven segment display. The related segment, then, turned on according to the magnitude of the output voltage. The last part is a seven segment displayer which displays the measure's result. According to a testing examination, the instrument is able to produce a measurement result till a resolution of 0.01.*

### ABSTRAKS

*Telah dibuat alat pengukur densitas optik radiograf sinar-X digital yang dapat digunakan untuk mengukur densitas optik radiograf sinar-X dengan jangkau ukur 0,00 sampai 4,42. Penyusun utama alat ini adalah pengindera yang akan mengubah cahaya yang mengenainya menjadi tegangan analog, rangkaian pengindera ini dibuat sedemikian rupa sehingga antara cahaya yang mengenai pengindera dan tegangan keluar rangkaian berbanding terbalik, Konverter sinyal analog menjadi sinyal digital yang keluarannya merupakan kode-kode BCD, pendekode menerjemahkan kode-kode BCD menjadi bilangan desimal pada penampil. Penampil tujuh ruas yang berfungsi menampilkan hasil pengukuran. Berdasarkan pengamatan alat ini mampu melakukan pengukuran densitas radiograf sinar-X hingga ketelitian 0,01.*

### PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan teknologi sangat pesat, bahkan teknologi sekarang ini merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Teknologi sudah menjadi kebutuhan bagi manusia dalam melakukan aktivitasnya misalnya dalam bidang kedokteran. Bidang kedokteran merupakan salah satu bidang yang terkait erat dengan bidang teknologi terutama bidang radiologi, khususnya radiodiagnostik [1].

Bidang radiodiagnostik adalah bidang yang secara khusus memanfaatkan radiasi sinar-X untuk menegakkan diagnosa suatu penyakit. Sinar-X mempunyai beberapa sifat yang dapat dimanfaatkan dalam radiodiagnostik antara lain dapat menembus bahan, menimbulkan radiasi sekunder (*lumenisasi*) pada semua

bahan yang ditembusnya, dan menghitamkan emulsi film [2].

Dari dua kemampuan sinar-X yaitu menembus bahan dan menghitamkan emulsi film, maka sinar-X dapat dimanfaatkan untuk melihat keadaan di dalam bahan yang didekteksi dengan bahan perekam yaitu berupa emulsi film [3]. Pendeteksian tersebut akan menimbulkan perbedaan kehitaman (kontras) akibat perbedaan kerapatan pada bagian dalam bahan tersebut.

Berdasarkan teori tersebut, sinar-X dapat dimanfaatkan dalam dunia kedokteran untuk menampakkan bagian dalam tubuh yang mengalami kelainan sehingga diperoleh diagnosa suatu penyakit. Sebelum dilakukan diagnosa maka radiograf terlebih dahulu diperhatikan kualitasnya dengan mengukur

skala densitas optik serta skala kontrasnya [4]. Alat yang digunakan untuk mengukur densitas optiknya dinamakan *densitometer*. Nilai densitas optik radiograf diperlukan untuk mengetahui kualitas radiograf tersebut.

Karena besarnya manfaat alat pengukur densitas optik radiograf sinar-X bagi manusia khususnya dalam bidang kedokteran, maka diperlukan suatu penelitian untuk merancang dan merealisasikan alat pengukur densitas optik yang lebih terjangkau harganya serta mudah perawatannya.

## METODE PENELITIAN

Rangkaian alat pengukur densitas optik radiograf sinar-X digital diharapkan dapat memudahkan dalam pengambilan data untuk menghitung densitas suatu radiograf. Dalam perancangan dan realisasi alat dilakukan secara bertahap. Setelah masing-masing tahapan dari perancangan telah terealisasi kemudian masing-masing bagian alat diuji.

### Diagram blok

Diagram blok rangkaian alat pengukur densitas optik radiograf sinar-X digital dapat dilihat pada gambar 1.

### Prinsip kerja

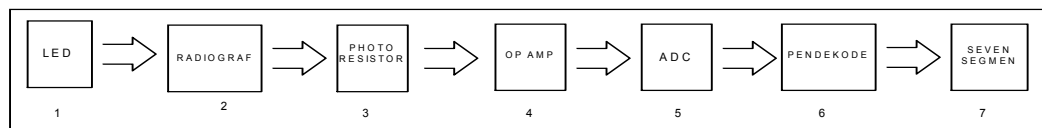
Prinsip kerja alat pengukuran densitas optik radiograf sinar-X adalah sebagai berikut :

1. Cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya (LED) dilewatkan ke film radiograf kemudian sebagian diserap oleh radiograf dan sebagian diteruskan, cahaya yang diteruskan diterima oleh sensor fotoresistor [5].

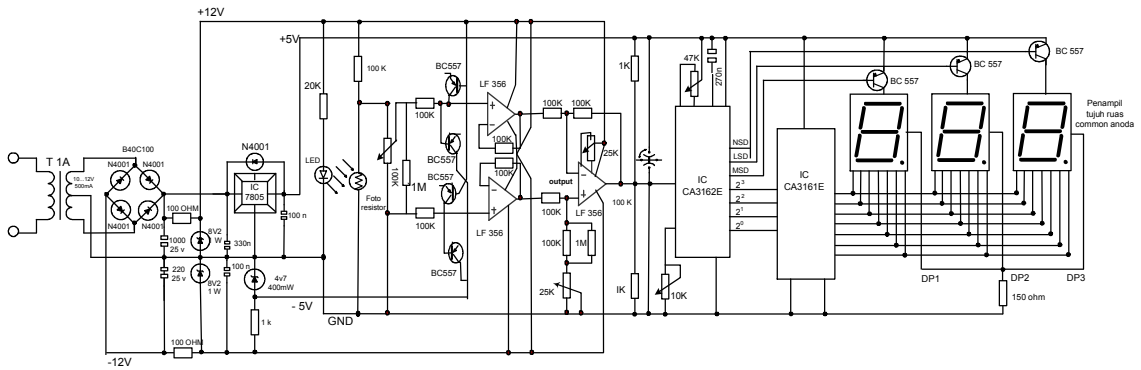
2. Pada rangkaian sensor fotoresistor dibuat rangkaian pembagi tegangan sedemikian hingga tegangan keluaran rangkaian ini berbanding terbalik dengan kuat penerangan yang diterima sensor [6].
3. Tegangan keluaran rangkaian sensor fotoresistor diperkuat oleh Op-amp LF 356 dengan rangkaian penguat instrumentasi [7].
4. Sinyal keluaran dari Op-amp yang masih berupa sinyal analog diubah menjadi sinyal digital oleh pengubah sinyal analog ke digital (ADC) [8].
5. Sinyal BCD keluaran dari ADC diterjemahkan oleh pendekode untuk kemudian ditampilkan pada penampil tujuh ruas [9].
6. Sinyal keluaran dari pendekode ditampilkan oleh penampil tujuh ruas berupa bilangan decimal [10]

### Perancangan Rangkaian Alat

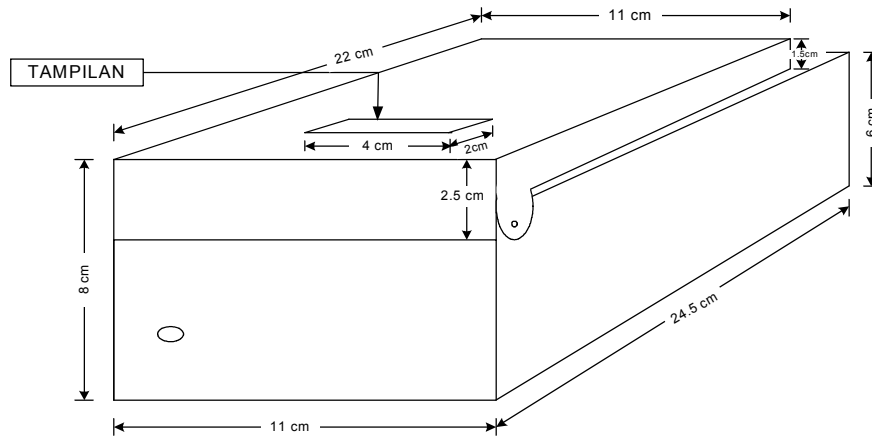
Perancangan rangkaian alat pengukur densitas optik radiograf sinar-X digital diharapkan dapat memudahkan dalam pengambilan data untuk mengukur densitas suatu radiograf. Pada perancangan alat ini dimulai dengan perancangan tiap bagian dari alat keseluruhan. Densitometer adalah alat pengukur densitas optik radiograf sinar-X dan mempunyai rentang skala 0 sampai 4,5 [11]. Perancangan keseluruhan rangkaian densitometer adalah gabungan dari bagian-bagian rangkaian seperti pada gambar 1. Gambar rangkaian keseluruhan dari densitometer dapat dilihat pada gambar 2 Sedangkan gambar densitometer dilihat dari arah belakang terlihat pada gambar 3 dan dilihat dari depan seperti terlihat pada gambar 4



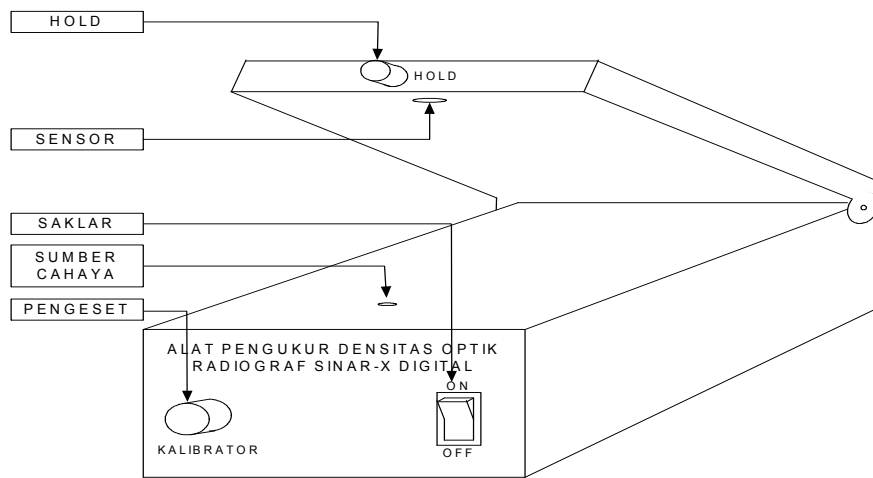
Gambar 1 Diagram blok rangkaian



Gambar 2 Rangkaian alat densitometer



Gambar 3 Densitometer terlihat dari belakang



Gambar 4 Densitometer tampak dari depan



### HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalibrasi alat densitometer ini dilakukan dengan dua cara yaitu cara pertama menggunakan *quality control*. *Quality control* adalah alat pengkalibrasi densitometer yang sudah mempunyai nilai densitas pada setiap tingkatan. Kalibrasi cara kedua dengan membandingkan alat dan alat standar yang menggunakan *stepwedge*.

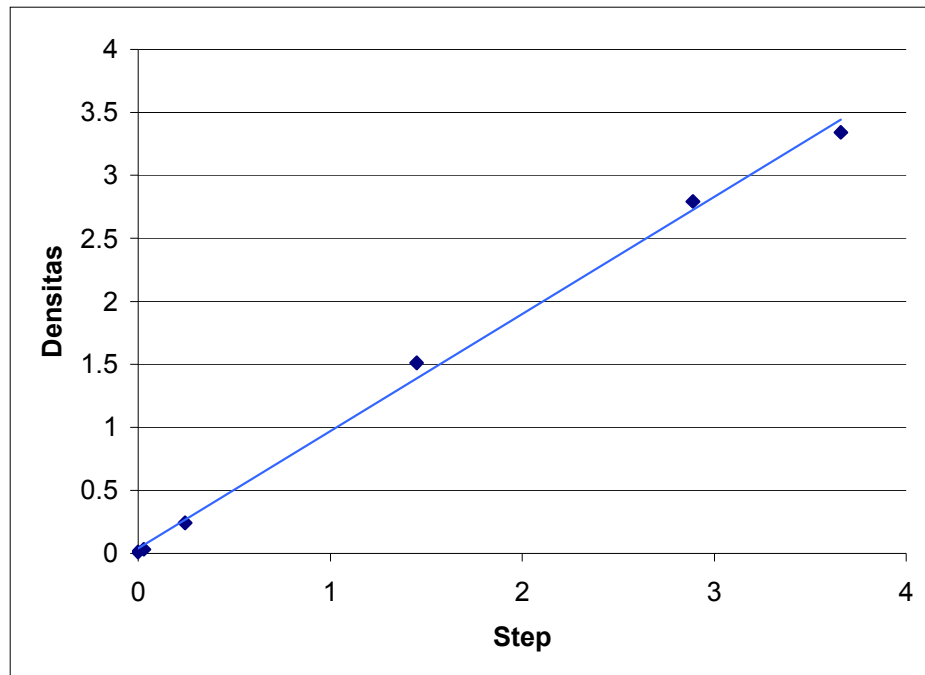
#### Hasil Kalibrasi Alat menggunakan *quality control*

Kalibrasi alat menggunakan *quality control* dilakukan dengan mengukur

densitas *quality control*, kemudian membandingkan nilai terukur oleh alat dengan nilai pada *quality control* (Simon, 1981). Contoh *quality control* terlihat seperti pada gambar 5. Grafik hubungan antara data hasil ukur densitas optok *quality control* dengan nilai densitas optik yang tertera pada *quality control* (standar) terlihat pada gambar 6. Dari gambar 6, grafik hubungan hasil pengukuran densitas alat (*Y*) terhadap nilai densitas standar pada *quality control* (*X*) diperoleh persamaan regresi linear  $Y=0,930309 X + 0,035282$  dan mempunyai koefisien korelasi  $r = 0,998473$

D1	D2	D3	D4	D5	D6
0,000	0,030	0,245	1,450	2,890	3,660

Gambar 5 Quality control



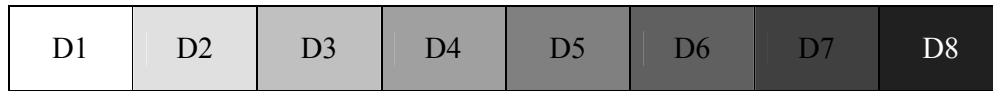
Gambar 6 Hasil kalibrasi alat menggunakan *quality control*



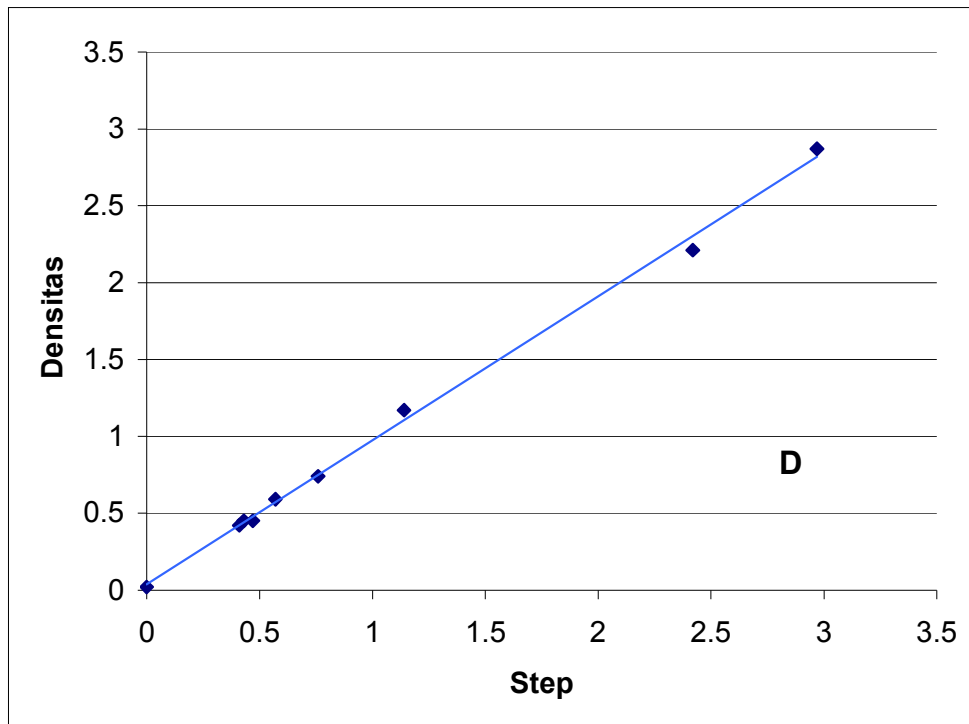
**Hasil Kalibrasi Alat menggunakan stepwedge**

Dari kalibrasi alat menggunakan stepwedge sebagai objek dilakukan dengan membandingkan hasil ukur densitas optik stepwedge menggunakan densitometer hasil perancangan dengan densitometer standar [12]. Gambar stepwedge dapat dilihat pada gambar 7. Grafik hubungan antara data hasil ukur densitas optok stepwedge dengan menggunakan densitometer hasil perancangan dengan densitometer standar terlihat pada gambar 8.

Dari grafik pengukuran nilai densitas alat (Y) terhadap nilai densitas densitometer standar (X) menggunakan stepwedge diperoleh persamaan regresi linear  $Y = 0,940236 X + 0,034042$  dan mempunyai koefisien korelasi  $r = 0,99964$ . Kalibrasi alat baik menggunakan quality control maupun menggunakan densitometer standar menunjukkan alat pengukur densitas optik digital telah dapat digunakan dengan rentang hasil ukur 0,00 sampai dengan 4,42.



Gambar 7 Densitas stepwedge



Gambar 8 Hasil kalibrasi alat dengan densitometer standar menggunakan stepwedge





**KESIMPULAN**

1. Telah dapat terealisasi alat pengukur densitas optik radiograf sinar-X digital yang dilengkapi dengan tombol pengkalibrasi dan tombol hold (penghenti) untuk memudahkan pembacaan.
2. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:
  - Alat pengukur densitas optik radiograf sinar-X digital dapat bekerja dengan baik, dengan jangkauan ukur 0,00 sampai 4,42.
  - Pada pengujian dengan menggunakan quality control mempunyai persamaan regresi linear  $Y = 0,930309 X + 0,035282$  dan koefisien korelasi  $r = 0,99847$ .
  - Pada pengujian dengan menggunakan stepwedge mempunyai persamaan regresi linear  $Y = 0,940236 X + 0,034042$  koefisien korelasi  $r = 0,99964$ .

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Bushong, S.C., 1988, *Radiologi Science for Technologist Phisic, Biologi and protein*, Mosby Company, Washington DC.
- [2] Hoxter, E.A., 1973, *Teknik Memotret Rontgen*. terjemahan Sombu P, Erlangga, Jakarta.
- [3] Curry, D., 1985, *Cristensen's Introduction to the Phisics of Diagnostik radiology*. 3<sup>th</sup> edition. Philadelphia. Lea & Febiger.
- [4] Meredith, W.J. and Massey, J.B., 1977, *Fundamental Physics Of Radiolog*, Briston. edisi 4. John Wright and Sons Ltd.
- [5] Elektuur, 1985, *301 Rangkaian*. terjemahan Ignatius Hartono, Elek Media Komputindo, Jakarta.
- [6] Link, W., 1993, *Pengukuran, Pengendalian dan Pengaturan dengan PC*, Elex Media Komputindo, Jakarta
- [7] Hughes, F.W. ,1990, *Panduan Op-Amp* terjemahan Ignatius Hartono, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [8] Malvino, A.P., 1983, *Elektronika Komputer Digital*, Erlangga, Jakarta.
- [9] Rizkiawan, R., 1997, *Tutorial Perancangan Hardware*, Elex Media, Jakarta. Komputindo.
- [10] Tokheim L.R., 1995, *Elektronika Digital*. edisi 2,. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [11] Chesney, D.D. and Chesney, O.M., 1980, *Radiographic Imaging, Oxford*. London.
- [12] Simon, G., 1981, *X-Ray Diagnosis for Clinical student, and Practitioner*, Butterworths., London.