

RANCANG BANGUN ALAT UKUR DENSITAS FILM HASIL RADIOGRAFI

Nurdin

Pusat Pendidikan dan Pelatihan - BATAN

Abstrak

Rancang Bangun Alat Ukur Densitas Film Hasil Radiografi. Telah dibuat suatu perangkat pendukung radiografi dengan tujuan untuk mengukur densitas film hasil radiografi dengan menggunakan perangkat komputer. Perangkat keras terdiri dari sensor cahaya, rangkaian pengubah tegangan ke digital dan rangkaian antarmuka, sedangkan perangkat lunak menggunakan bahasa program labVIEW. Sensor cahaya dipasang pada rangkaian pembagi tegangan sehingga tegangan keluaran yang dihasilkan dari rangkaian tersebut besarnya berbanding terbalik dengan intensitas cahaya yang masuk. ADC-0804 digunakan untuk mengubah tegangan analog menjadi digital dan antarmuka PPI-8255 digunakan untuk berkomunikasi data dengan komputer selanjutnya data diproses oleh perangkat lunak LabVIEW. Data hasil pengukuran intensitas ditampilkan dan diolah secara otomatis menjadi nilai densitas, variasi densitas dan kesimpulan untuk menentukan film hasil radiografi. Hasil pengujian alat ukur densitas film hasil radiografi ini mempunyai persamaan garis lurus $Y = 1,08X - 0,827$ dan tingkat kesalahan sebesar 7,46 %.

Abstract

Propotype Of Radiographic Film Density Apparatus. A propotype of radiographic apparatus for film density measurement was made and run using a computer. The apparatus consists of a light sensor, an analog-to-digital converter (ADC-080 I), and an interface peripheral (PPI-8255). The LABVIEW software was applied to run the system. The light sensor absorbed light with different intensity passing through the film. Signals of light were changed to into analog voltages by a voltage divider which was inserted inside the probe. The analog voltages, then, were converted to digital voltages by ADC-080 I. The digital voltages, as computer data inputs, were sent by a programmable input-output (PPI-8255) to a computer. The LAB VIEW software calculated the data and then displayed to a computer monitor. Value of density and variation density can be viewed at the computer monitor, then conclusion can be made. The measurement results have a linear equation: $Y=1.08 X + 0.827$, where Y = density form measurement and X = density standard from film stepwedge. Relative error of the measurement was 7.16%.

Pendahuluan

Pemanfaatan teknologi nuklir sekarang ini sudah berkembang luas hampir disemua bidang, termasuk pemanfaatan teknologi nuklir untuk bidang industri. Salah satu aplikasi dibidang industri adalah penerapan untuk pengujian tak merusak (*Non Destructive Test*). Beberapa macam metoda pengujian tak rusak ini antara lain; *penetran test, magnetik test, ultrasonic test, eddy current test dan radiograph test*. Uji tak rusak dengan *radiografi test* adalah suatu cara untuk menganalisa cacat suatu bahan baik

berupa lasan (*Welding*), maupun hasil cetakan (*Casting*), dengan memanfaatkan sifat-sifat khusus sumber radiasi. Salah satu sifat radiasi adalah kemampuan menembus bahan/material logam sehingga pengujian yang dilakukan tidak mengubah atau merusak bahan yang diuji dan hasil pengujiannya dapat direkam sebagai dokumen dalam bentuk film. Dari hasil rekaman dapat ditentukan bentuk, ukuran dan lokasi cacat, hal ini merupakan salah satu keuntungan metoda teknik radiografi. sumber radiasi yang biasa dipakai antara

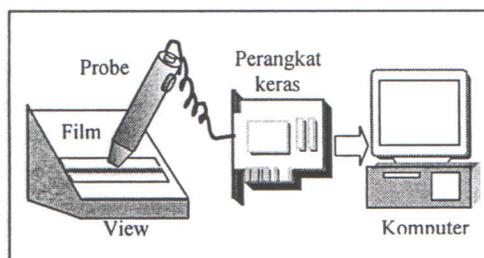
lain Isotop Iridium-I 97, Cobalt-60, pesawat sinar-X dan lain-lain.

Hasil pengujian metoda radiografi berupa film radiografi (*radiograph*). Film terbuat dari bahan selulosa yang dilapisi dengan emulsi (AgBr). Dari hasil penyinaran benda uji, pada film tersebut akan tergambar bayangan dari benda atau material yang diradiografi berupa gambar hitam putih dengan tingkat kehitaman yang berbeda-beda. Perbedaan tingkat kehitaman ini hasil dari perbedaan kepadatan (densitas) dari suatu material yang ditembus/disinari dengan sinar radiasi (sinar γ atau sinar-X tersebut).

Salah satu syarat film hasil radiografi dapat diterima sebagai dokumen radiografi adalah mempunyai tingkat kehitaman tertentu sesuai aturan-aturan yang berlaku pada prosedur radiografi, alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kehitaman itu adalah Densitometer.

Prinsip Kerja Alat Ukur Densitas Film Radiografi

Alat ukur densitas adalah sebuah alat untuk mengukur tingkat kehitaman dari film hasil radiografi. Rancang bangun alat ukur densitas film radiografi ini menggunakan komputer yang disesuaikan dengan kondisi/lingkungan kerja laboratorium radiografi. Secara umum blok diagram alat ukur densitas film hasil radiografi diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar. 1. Skema pengukuran densitas

Peralatan yang digunakan dalam rancang bangun alat ukur densitas terdiri dari :

1. Sistem sensor cahaya
2. ADC 0804 Kartu antar muka PPI-8255
3. Perangkat computer dan Perangkat lunak

Sensor Cahaya

Sensor cahaya yang digunakan adalah dari jenis komponen pasif berupa resistor, yang mempunyai nilai tabanan yang bervariasi tergantung perubahan intensitas cahaya, yang disebut LDR (Light Dependent Resistance). karakteristik LDR diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik LDR

Resistansi	Nilai
RIOODux	(75 -300) Ω
Rmax	(5 -20) MO
Ptotal	0,2 Watt

Prinsip dasar LDR adalah bila sinar/cahaya masuk ke permukaan sensor maka akan mengubah tabanan LDR, besar tabanan yang dihasilkan berbanding terbalik dengan intensitas cahaya yang masuk.

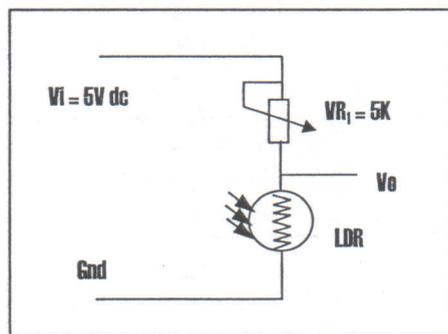
Rangkaian sensor umumnya digunakan sebagai rangkaian pembagi tegangan. Berdasarkan persamaan pembagi tegangan maka besar tegangan keluaran adalah:

$$V_a = \frac{R_{WR}}{R_{R1} + R_{WR}} V_i \quad (1)$$

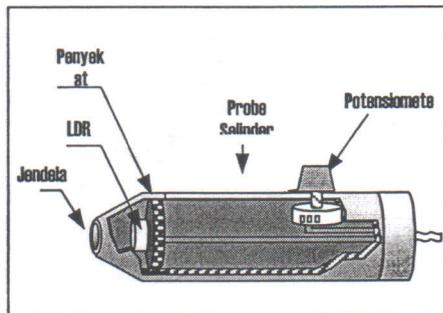
Dimana: V_o = Tegangan output
 V_i = Tegangan input
 R_{WR} = Tahanan sensor cahaya
 R_{R1} = Potensiometer

Pada Penelitian ini sebuah LDR ditempatkan pada kotak alat ukur cahaya berupa probe berbentuk silinder dari bahan aluminium dengan panjang = 11 em, diameter silinder = 2 em. LDR ditempatkan pada ujung bagian depan silinder kemudian ditutup dengan penutup

berbentuk kerucut dengan bukaan (jendela) berdiameter 0,4 em dan jarak antara permukaan LDR dengan jendela 0,5 em (ukuran ini disesuaikan dengan konstruksi probe). Pada probe tersebut terpasang sebuah potensiometer. Probe dihubungkan ke perangkat keras (hardware) yang terdiri dari rangkaian sensor cahaya, rangkaian pengubah sinyal dari analog ke digital ADC-0804 dan rangkaian antarmuka atau penghubung peralatan ke sistem mikrokomputer PPI-8255.



Gambar. 2. Skema rangkaian sensor



Gambar.3. Konstruksi Probe

Harga VR_1 berfungsi sebagai pengatur titik nol sensor cahaya, yang cukup sekali saja dengan cara meletakkan sensor cahaya pada posisi tertentu, kemudian diatur sampai harga $V_o = 0$ Volt, yaitu merupakan nilai minimum R_{WR} . Misalkan didapatkan nilai $VRI = 5$ dan $R_{LDR\ minimum} = 75 \Omega$ maka $V_o = 0,074$ Volt ~ 0 Volt, nilai VR_1 dibuat tetap maka tegangan output akan tergantung dari

perubahan LDR yang terkena cahaya sehingga akan ada kesebandingan antara cahaya yang masuk ke sensor dengan tegangan keluaran.

ADC0804 dan PPI 8255

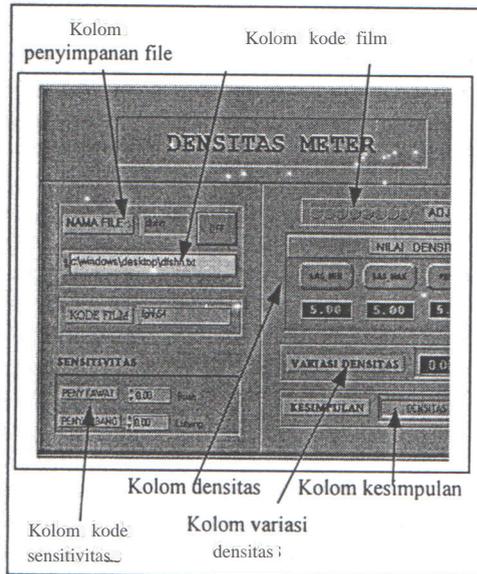
IC konversi dari analog ke digital (ADC) yang digunakan adalah ADC yang banyak dijual dipasaran, yaitu ADC-0804 dengan Resolusi Keluar 8 bit. Pada perancangan sistem alat ukur densitas ini, semua rangkaian dibuat seringkas mungkin dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja alat dan mempermudah pengoperasian alat tersebut. Rangkaian sensor dan rangkaian ADC dibuat dalam satu lembar PCB yang terpadu, kemudian rangkaian PCB tersebut digabungkan dengan rangkaian antarmuka PPI-8255. Suplai tegangan sebesar $V_{ee} = 5$ V, untuk keperluan rangkaian sensor, rangkaian ADC dan rangkaian PPI-8255, diambilkan dari satu daya komputer, sehingga seluruh rangkaian sistem alat ukur densitas ini menyatu dalam satu kartu perangkat keras yang nantinya akan ditempatkan di komputer melalui slot ISA.

PPI-8255 adalah chip yang diraneang pemakaiannya pada sistem mikrokomputer intel. Chip ini digunakan sebagai komponen port input/output multifungsi untuk menghubungkan peralatan-peralatan diluar sistem mikrokomputer ke sistem bus mikrokomputer. PPI-8255 mempunyai 24 pin 110 yang terbagi menjadi tiga port utama (Port A, B, dan C), yang dikemas dalam bentuk IC 40 pin. PPI-8255 memerlukan sumber daya +5 volt sehingga kompatibel dengan keluarga TTL.

Perangkat Lunak

Program perangkat lunak yang digunakan adalah *Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench* atau disingkat LabVIEW, yaitu sebuah program perangkat lunak untuk analisis dan instrumentasi yang lengkap dan fleksibel,

yang dikembangkan dan digunakan oleh National Instrument (sebuah perusahaan yang bergerak dibidang perangkat keras dan perangkat lunak). Gambar 4 adalah tampilan alat ukur dengan program LabView.

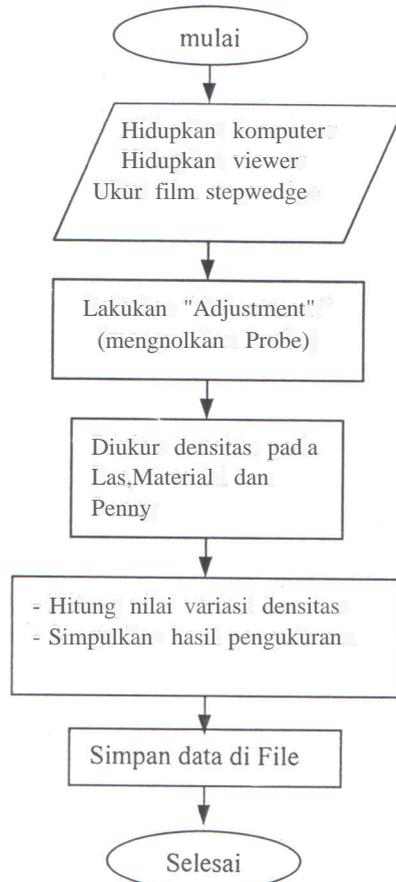


Gambar. 4. Tampilan alat ukur densitas;

Prinsip dasar pengujian alat ukur densitas film hasil radiografi adalah dengan melakukan pengukuran densitas dari film standard (*Step Wedge Film*) produksi Victoreen, no. seri: SIN 100425 dan menggunakan sumber cahaya yang dapat diatur (*Viewer*) di ruangan khusus dengan tingkat cahaya yang rendah (remang-remang) untuk menghindari gangguan dalam pembacaan film.

Pelaksanaan pengujian dilakukan sesuai diagram alir. Hasil pengujian alat ukur densitas film hasil radiografi adalah berupa data pengukuran densitas pada tiap *step* dari film *step wedge* dan pada tiap *step* dilakukan 3 (tiga) kali pengukuran. Hasil pengukuran selengkapnya disajikan pada tabel 2.

Diagram alir pengujian



Tabel 2. Data pengujian alat ukur densitas film hasil radiografi

No.	Data Pengukuran				Data Standar
	Data 1	Data 2	Data 3	Data Rerata	
1.	0,27	0,31	0,27	0,28	0,06
2.	1,27	1,29	1,27	1,28	1,01
3.	2,49	2,49	2,35	2,44	2,01
4.	5,00	5,00	5,00	5,00	3,04
5.	5,00	5,00	5,00	5,00	4,07

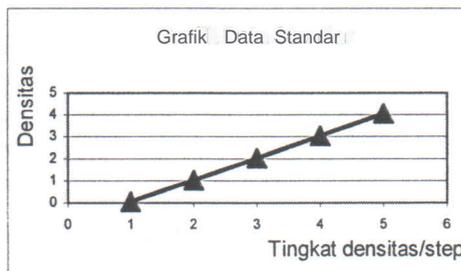
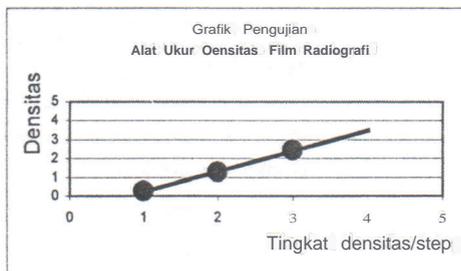
Analisis Dan Pembahasan

Perhitungan ralat pengukuran:

Data rerata pada step I. $\bar{X} = 0,28$
 $a = 0.0188$ kesalahan = $a/x = 6,60 \%$

Data rerata pada step 2. $\bar{X} = 1,28$
 $a = 0.0094$ kesalahan = $ss/x = 0,74 \%$

Data rerata pada step 3. $\bar{X} = 2,44$
 $a = 0.057$ kesalahan = $eb/x = 0,23 \%$



Gambar 5. dan 6. Grafik data standar dan grafik hasil pengujian alat ukur densitas film hasil radiografi.

Pada tahap meng-nol-kan alat ukur (adjustment), alat ini tidak dapat menunjukkan nilai nol, meskipun sumber cahaya dari alat bantu Viewer sudah dimaksimalkan. Alat ukur densitas film hasil radiografi ini hanya mampu sampai nilai 0,27.

Pengukuran pada step 4 dan 5 dari film standar step wedge menunjukkan nilai densitas 5 (nilai maksimum), menurut data standar, nilai densitas pada step 4 dan 5 seharusnya adalah 3,04 dan 4,07 hal ini berarti rancangan alat ukur densitas film hasil radiografi yang dibuat belum dapat mengukur

tingkat kehitaman pada step 4 dan 5 dari film standar Step Wedge.

Data standar untuk mengkalibrasi alat ukur densitas mempunyai persamaan garis lurus $Y = 1,005X - 0,977$ yang berupa kurva linier dengan tingkat linieritas $R^2 = 0,9997$, sedangkan data hasil pengujian mempunyai persamaan garis lurus $Y = 1,08X - 0,827$ dengan tingkat linieritas $R^2 = 0,9902$. Dari kedua grafik tersebut dapat dilihat bahwa masih ada perbedaan kemiringan (slope) yang cukup besar, sehingga kalau dibandingkan antara grafik hasil pengujian alat ukur densitas film hasil radiografi dengan grafik data standar mempunyai kesalahan sebesar 7,46 %.

Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian alat ukur densitas film hasil radiografi dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah dibuat perangkat keras dan berupa alat ukur densitas film hasil radiografi.
2. Telah dilakukan pengujian menggunakan film step wedge Dengan tingkat kesalahan 7,46 %.
3. Alat ukur densitas film hasil radiografi belum dapat di-nol-kan dan baru dapat mengukur densitas sampai densitas 2,44.

Saran

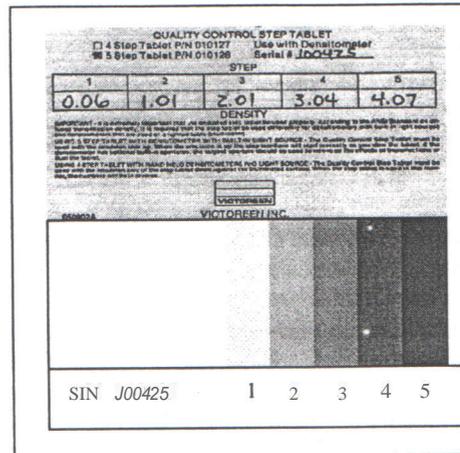
Dari hasil pembuatan alat ukur densitas film hasil radiografi ini dapat penulis sarankan sebagai berikut:

1. Untuk menghasilkan adjustment (pengaturan titik no I) dan linieritas alat ukur densitas film radiografi yang lebih baik, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mencari nilai komponen dan ukuran jendela probe.
2. Perlu modifikasi pada probe yaitu dengan memasang tombol pada probe untuk memudahkan pengambilan data pengukuran.

Daftar Pustaka

- Bishop, Robert H, *Learning with Lab VIEW*, Addison Wesley Longman, Inc Nasional Instrumens, Texas, 1998.
- Putra, Eko Agfianto, *Teknik Antar Muka Komputer, konsep dan aplikasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2002.
- Rizal, Rizkiawan, *Tutorial Perancangan Hardware 2*, Elek Media Komputindo, Jakarta, 1997.
- Sutadi, Dwi, *110 Bus and Mother Board, Andy Offset*, Yogyakarta, 2002.
- www.yoko@labelka, *Aplikasi opamp741 sederhana*, 2002.
- ~ *Diktat Radiografi Level I*, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Badan Tenaga Nuklir, Jakarta, 2001.
- ~ *Standard radiographic*, American Society Material Engineering Section V, 2001.

Lampiran



Gambar. film step wedge