



Uji densitas phantom akrilik menggunakan pesawat fluoroscopy

Siti Nurul Hikma Syawalia, Syamsir Dewang, Bualkar Abdullah

Artikel ini telah dipresentasikan pada kegiatan Seminar Nasional Fisika (Sinafi 9.0)

Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

23 September 2023

Abstract

Bone diseases were often suffered by patient due to an unhealthy lifestyle, thus, it is necessary to study the bone density for patient who suffered from human diseases such as osteoporosis. One way to determine bone density using X-rays, and the machine required equipment with expensive costs, and not all hospitals had such bone density devices. The purpose of study is assessing the bone density through a measurement method involving X-ray Fluoroscopy and analyze the density values of materials. In this research, several acrylics as phantom with four thickness variations of 10cm, 15cm, 20cm, and 25cm, respectively, as well as a Fluoroscopy X-ray, were utilized. The research results yielded a bone density value of 0,1047 cm³/g for the acrylic phantom.

Keywords: Density · Acrylic Phantom · Fluoroscopy

PENDAHULUAN

Gangguan kepadatan tulang seperti osteoporosis, saat ini merupakan masalah kesehatan masyarakat utama yang dihadapi oleh jutaan orang diseluruh dunia. Menurut WHO, ada sekitar 200 juta orang menderita osteoporosis di seluruh dunia (Wicaksono dan Maulana, 2020). Di Indonesia, berdasarkan data Puslitbang Gizi Depkes RI tahun 2020, pada tahun 2019, masalah osteoporosis telah mencapai tingkat yang perlu diwaspadai yaitu 19,7 persen (Mangapi, dkk., 2020). Faktanya, masalah osteoporosis memiliki dampak lebih besar dibandingkan penyakit stroke, infark jantung dan kanker payudara. Oleh karena itu, kesadaran semua pihak sangat penting dalam upaya mengurangi beban akibat masalah ini bagi masyarakat dan pemerintah. Pencegahan osteoporosis melalui pengukuran densitas tulang menjadi suatu langkah yang sangat diperlukan (Supartono, 2022).

Penggunaan Sinar-X adalah salah satu cara untuk menentukan densitas tulang yakni menggunakan pesawat Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA). Namun, tidak semua rumah sakit memiliki peralatan ini, serta biaya pemeriksaannya cukup mahal. Oleh karena itu, dibutuhkan metode pengukuran alternatif untuk menilai densitas tulang suatu bahan (Wiguna, dkk., 2019).

Pengukuran densitas bahan dengan menggunakan radiasi melibatkan pertimbangan terkait jumlah radiasi yang diterima oleh objek. Penggunaan manusia sebagai objek penelitian menjadi

✉ Corresponding Author
nurulsyawaliaa@gmail.com

Laboratorium Fisika Optik dan Spektroskopi, Departemen Fisika, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

How to Cite: Syawalia, SNH., Dewang, S., Abdullah, B. (2023). Petunjuk penulisan naskah wahana pendidikan fisika (SINAFI) (versi template 2023). *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 2(1), 380-385. <http://proceedings.upi.edu/index.php/sinafi>

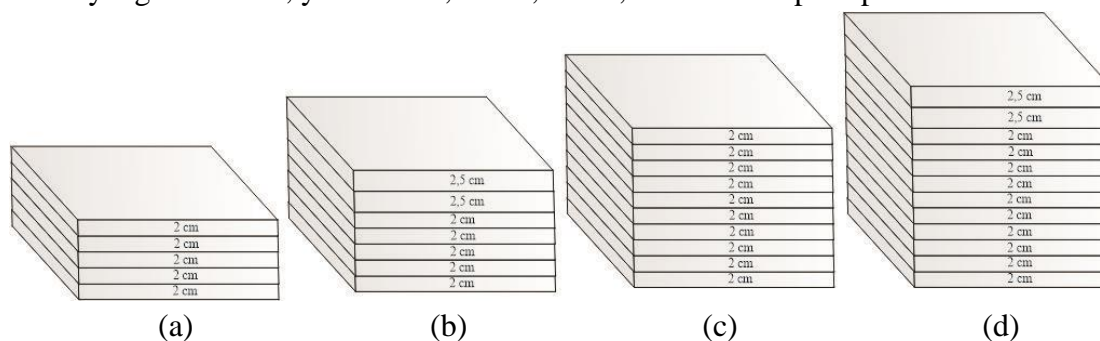
berbahaya karena eksposur berulang sinar-X secara langsung dapat mengakibatkan efek somatik dan efek genetik. Karena kondisi ini, diperlukan objek pengganti berupa phantom akrilik yang memiliki rapat massa yang hampir sama dengan manusia (Flores, dkk., 2022).

Sebelumnya, Wiguna dan rekan-rekannya telah melakukan penelitian ini pada tahun 2019 yang membandingkan densitas phantom bahan akrilik (polymethyl methacrylate) dan phantom plastik (acrylonitrile butadiene styrene), berbentuk step wadge menggunakan pesawat konvensional. Penelitian ini mengadopsi pendekatan yang berbeda dengan menggunakan phantom akrilik yang berbentuk persegi dan menggunakan pesawat Fluoroscopy.

Pesawat Fluoroscopy merupakan pesawat radiodiagnostik yang pada awalnya dilakukan dengan modalitas radiografi yang cenderung bersifat analog, seiring perkembangan zaman, teknologinya menjadi lebih praktis. Fluoroscopy dapat melakukan pemeriksaan secara langsung (real time) dengan resolusi tinggi. Sistem Fluoroscopy pada saat ini juga dilengkapi pula dengan kamera TV modern yang mempunyai kualitas super dan resolusi tinggi. Dengan frame rate pulsed Fluoroscopy yang variabel, dosis pasien dapat dikurangi dengan memperoleh citra yang lebih baik dibanding dengan Fluoroscopy tahun 70 – 80 an (Ngaile, dkk., 2018).

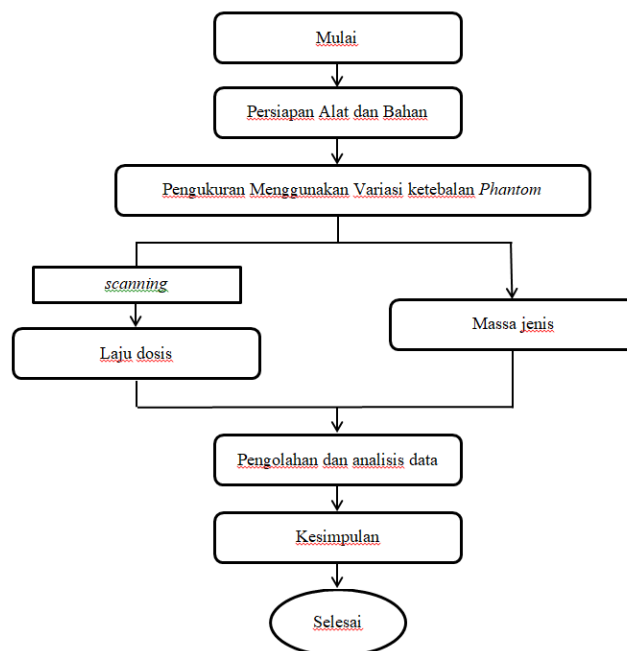
METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan selama bulan Desember 2022 – Januari 2023 di Laboratorium Radiologi Rumah Sakit Wahidin Sudirohusodo. Penelitian ini dilakukan untuk mengukur perubahan laju dosis yang diterima oleh detektor dalam berbagai ketebalan phantom akrilik. Penelitian ini menggunakan phantom akrilik dengan ketebalan yang bervariasi, yaitu 10cm, 15cm, 20cm, dan 25cm seperti pada Gambar 1.

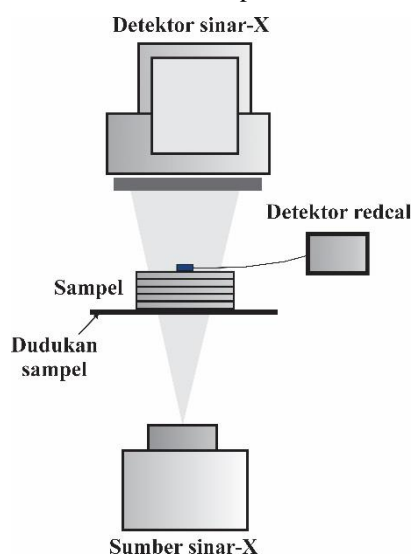


Gambar 1. (a) *Phantom* ketebalan 10cm, (b) *Phantom* ketebalan 15cm, (c) *Phantom* ketebalan 20cm, (d) *Phantom* ketebalan 25cm.

Tahap penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2. Penelitian ini dimulai dengan pengukuran massa dan volume masing-masing *phantom*. Selanjutnya, dilakukan pemanasan dan kalibrasi pesawat *Fluoroscopy*. Setelah itu, sebelum melakukan *scanning* untuk mengetahui laju dosis *phantom*, terlebih dahulu dilakukan ekspos tanpa *phantom* untuk mengetahui laju dosis awal. Skema peralatan *Fluoroscopy* dapat dilihat pada Gambar 3. *Phantom* diletakkan pada pertengahan *gantry* dengan panduan sinar laser, kemudian diletakkan detektor *Radcal* di atas *phantom*. Penyinaran dilakukan pada masing-masing ketebalan *phantom* dan penyinaran dilakukan selama 7 detik.



Gambar 2. Tahap Penelitian



Gambar 3. Skema peralatan sinar-X Fluoroscopy

Hasil nilai laju dosis dicatat dari layar multimeter. Data yang diperoleh kemudian dianalisis ke dalam persamaan:

$$\ln \left(\frac{\dot{D}_0}{\dot{D}_x} \right) = \mu_m x \rho \quad (1)$$

Persamaan diatas untuk menentukan nilai densitas *phantom* akrilik berdasarkan variasi ketebalan phantom. Dimana nilai $\ln \left(\frac{\dot{D}_0}{\dot{D}_x} \right)$ dapat dihitung dengan cara mengukur \dot{D}_0 (laju dosis sebelum sinar-X melewati bahan) dan \dot{D}_x (laju dosis setelah sinar-X melewati bahan). μ_m atau nilai koefisien serapan massa mengacu database NISTIR 5632 dari NIST (*Physical meas Laboratory*) diperoleh 0,9378 gram/cm². x adalah variasi ketebalan *phantom* dan ρ adalah nilai densitas *phantom*.

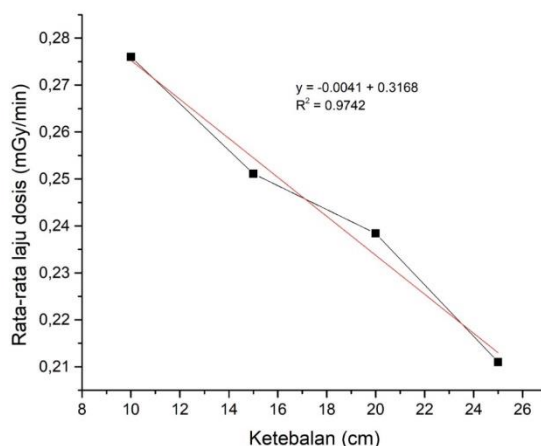
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran menggunakan pesawat *Fluoroscopy*, didapatkan nilai laju dosis awal 1,165 mGy/min dan nilai laju dosis masing-masing variasi ketebalan *phantom*.

Tabel 1. Nilai rata-rata laju dosis

Ketebalan (cm)	Tegangan (kV)	Rata-rata laju dosis (mGy/s)
10	61	0,2760
15	72	0,2511
20	84	0,2384
25	97	0,2110

Pada Tabel 1 terdapat hasil pengukuran rata-rata laju dosis dan dapat dilihat adanya perbedaan laju dosis berdasarkan ketebalan *phantom*. Pada ketebalan 10 cm didapatkan nilai laju dosis 0,27602 mGy/s, pada 15 cm-laju dosis 0,25108 mGy/s, pada 20cm-laju dosis 0,2384 mGy/s, pada 25 cm-laju dosis 0.21096 mGy/s. Berikut adalah grafik yang menggambarkan data dari tabel penelitian tersebut.



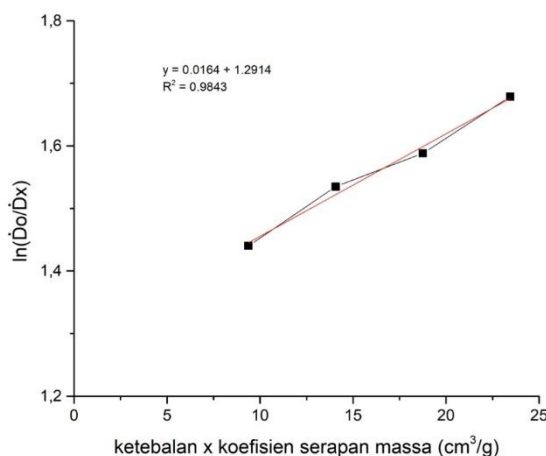
Gambar 1. Grafik nilai rata-rata laju dosis

Dalam grafik pada Gambar 1, sumbu horizontal menggambarkan ketebalan *phantom* yang digunakan, sedangkan sumbu vertikal menggambarkan laju dosis yang diukur. Dalam grafik ini dapat diamati bahwa semakin tebal *phantom* yang digunakan maka laju dosis yang diterima semakin kecil. Hal ini terjadi karena adanya efek penyerapan dan penyebaran radiasi oleh *phantom*. Hasil pengukuran pada Tabel 1 kemudian dimasukkan kedalam Persamaan 1 sehingga didapat nilai densitas bahan yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan densitas bahan

Ketebalan(x) x Koefisien serapan massa(μ_m) (cm^3/g)	$\ln \left(\frac{D_0}{D_x} \right)$	Densitas Bahan (ρ)
9,378	1,440	0,1536
14,067	1,535	0,1091
18,756	1,588	0,0847
23,445	1,679	0,0716
Rata – rata		0,1047

Mengacu pada persamaan 1, maka densitas yang diperoleh dari persamaan tersebut dapat dibuat grafis dengan $\ln(\frac{D_0}{D_x})$ sebagai sumbu y dan $\mu_m x \rho$ sebagai sumbu x. Grafik antar hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan hasil kali koefisien serapan massa dengan ketebalan dan $\ln(\frac{D_0}{D_x})$ pada phantom akrilik

Grafik di atas menggambarkan hubungan antara hasil kali koefisien serapan massa dengan ketebalan dan densitas massa pada *phantom* akrilik. Dalam grafik tersebut, sumbu x mewakili hasil kali koefisien serapan massa dengan ketebalan *phantom*, sedangkan sumbu y mewakili densitas massa. Titik-titik data dalam grafik menunjukkan variasi nilai yang diamati pada *phantom*. Melalui grafik ini, dapat dilihat terdapat hubungan positif antara ketebalan dan densitas massa. Artinya, semakin tebal *phantom* tersebut, semakin tinggi juga densitas massanya. Ini bisa disebabkan oleh peningkatan interaksi antara sinar dan bahan saat melewati lapisan yang tebal.

Pengukuran densitas secara langsung dilakukan dengan cara menimbang bahan lalu mengukur volumenya. Hasil pengukuran tersebut bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran densitas bahan

Ketebalan(cm)	Massa(kg)	Volume(m ³)	Densitas Bahan (ρ)
10	11,05	92,112	0,1199
15	16,45	138,168	0,1191
20	21,55	185,44	0,1162
25	26,75	231,8	0,1154
Rata – rata			0,1176

Dari Tabel 2 dan Tabel 3, didapatkan nilai densitas sebesar 0,1047 untuk pengukuran menggunakan *Fluoroscopy* dan 0,1176 untuk pengukuran langsung. Berdasarkan kedua data tersebut, pengukuran menggunakan *Fluoroscopy* lebih kecil dibandingkan nilai densitas menggunakan pengukuran langsung.

Pengukuran densitas dengan *Fluoroscopy* sangat bergantung pada energi sinar-X yang digunakan. Energi sinar-X memengaruhi sejauh mana bahan menyerap sinar-X. jika energy sinar-X lebih tinggi, maka serapan massa oleh bahan semakin kecil, dan sebaliknya. Oleh

karena itu, energi sinar-X yang digunakan sangat mempengaruhi hasil pengukuran densitas bahan.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diperoleh nilai densitas dari penggunaan Fluoroscopy sebesar 0,1047 dan pengukuran langsung sebesar 0,1176. Hasil densitas bahan jika dibandingkan didapatkan beda 12,31%. Jadi, metode ini dapat digunakan sebagai metode alternatif yang tidak merusak untuk menghitung densitas bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Supartono, B. (2022). Skrining Osteoporosis Di Masa Pandemi Covid-19 Dengan Protokol Kesehatan, Pengukuran Densitas Tulang, dan Identifikasi Faktor Risiko. *Jurnal Bakti Masyarakat Indonesia*, 5. 104-115.
- Wicaksono, D. S. & Maulana, R. Y. (2020). Manfaat Ekstrak Dandelion Dalam Mencegah Osteoporosis. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 2, 155-162.
- Wiguna, G. A. (2018). Penentuan Densitas Akrilik dan Plastik berdasarkan Citra Radiografi Digital. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 15, 12-16.
- Mangapi, H., Ambali D. D. W. & Tangga, M. (2022). Senam Lansia Pada Masyarakat Di Dusun Peraruan Lembang Embatau Kecamatan Tikala Kabupaten Toraja Utara Tahun 2020. *Jurnal Pengabdian Kesehatan Promotif*, 1. 9-14.
- Ngaile, J. E. Msaki, P. K. & Kazema, R. R. (2018). Monte Carlo Based Estimation of Organ and Effective Doses to Patients Undergoing Hysterosalpingography and Retrograde Urethrography Fluoroscopy Procedures. *Radiation Physics and Chemistry*, 145, 148-159.
- Flores, M. B., Mourao, A. P. & Del Rio, M. C. (2022). Breast phantom made of acrylic slabs for tests in mammography DR. *Applied Radiation and Isotopes*, 188. 110389.