

UJI RADIONUKLIDA GIPSUM DENGAN METODE *LASER INDUCED BREAKDOWN SPECTROSCOPY (LIBS)* DAN PROTEKSI RADIASI DENGAN METODE JARAK

Mega Wahyu¹, Ngurah Sutapa¹, I Wayan Balik Sudarsana²

¹*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali 80361, Indonesia*

²*Fisika Medis, Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah, Denpasar.
Email : sutapafis97@unud.ac.id*

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi radionuklida yang terkandung di dalam gypsum dengan menggunakan metode LIBS dan proteksi radiasi dengan metode jarak. Uji radionuklida gypsum dengan metode LIBS menggunakan objek gypsum berukuran 1 cm × 3 cm dan proteksi radiasi dengan metode jarak menggunakan Surveymeter dengan objek papan gypsum diluar ruangan, plafon berbahan gypsum di dalam ruangan, dan plafon berbahan beton didalam ruangan. Uji radionuklida dengan metode LIBS menunjukkan unsur radionuklida yang terkandung di dalam gypsum adalah Th (Thorium) dengan intensitas rata-rata sebesar 456,5555 a.u dan K (Kalium) dengan intensitas rata-rata sebesar 198,5555 a.u. Dari batas ambang dosis yang ditetapkan untuk masyarakat umum sebesar 1 μSv/tahun diperoleh jarak yang aman di posisi pengukuran tengah adalah 80 cm dari papan gypsum diluar ruangan, 100 cm dari plafon berbahan gypsum di dalam ruangan dan aman di jarak berapapun dari plafon beton di dalam ruangan. Sedangkan di posisi pengukuran pojok aman di semua titik baik dari papan gypsum di luar ruangan, dari plafon berbahan gypsum di dalam ruangan, dan plafon berbahanbeton di dalam ruang.

Kata kunci : gypsum, radionuklida, laju dosis.

Abstract

Research has been done to identify radionuklid which contain in gypsum with LIBS method and radiation protection with distance method. Test of gypsum radionuklid with LIBS method using 1 cm × 3 cm of gypsum and radiation protection with distance method using surveymeter with object gypsum board outside of room, plafond with gypsum matter inside of room and plafond with concrete matter inside of room. Test of radionuklid with LIBS method indicate radionuklid elemen which contain in gypsum is Th (Thorium) with rate intensity 456,5555 a.u and K (Kalium) with rate intensity 198,5555 a.u. From treshold decide for public people is 1 μSv/year can obtain save distance at middle of measurement position is 80 cm from gypsum board outside of room, 100 cm from plafond with gypsum matter inside of room and save for all distance from plafond with concrete matter inside of room. While, at corner of measurment save for all distance from gypsum board outside of room, plafond with gypsum matter inside of room and plafond with concrete matter inside of room.

Keywords : gypsum, radionuklid, dose rate

I. PENDAHULUAN

Alam merupakan pemancar radiasi, dan juga sumber radiasi satu-satunya bagi orang yang tidak bekerja dengan reaktor nuklir, atau tidak terkena radiasi dari tindakan medis. Dalam penelitian Ariyanto (2009) menunjukkan sumber radiasi terdiri atas radiasi radon (55%), radiasi eksternal atau kosmik (15%), radiasi internal (11%), barang konsumsi (3%), barang medik (15%) dan lain-lain (1%). Dari hasil penelitian tersebut dapat dilihat gas radon memiliki persentase tertinggi diantara sumber radiasi lainnya. Radon biasanya terhirup melalui saluran pernapasan manusia, sebagian kecil anak luruh radon bersama debu akan tertinggal dalam paru-paru dan mengendap. Jika sudah mengendap, radiasi yang dipancarkan zat radioaktif dari radon tersebut dapat mengakibatkan kerusakan pada jaringan paru-paru yang berakibat pada munculnya kanker paru-paru (Damayanti, 2012).

Hampir 80-90% waktu kita dihabiskan di dalam suatu ruangan bangunan (Erawati, 2009). Menurut *International Commission on Radiation Protection* (ICRP) tahun 2012, konsentrasi gas radon rata-rata di dunia di dalam rumah (40 Bq/m^3) lebih tinggi dibandingkan dengan tempat terbuka (10 Bq/m^3), sehingga radionuklida alami radon merupakan komponen terbesar dari polusi udara di dalam ruangan (Damayanti, 2012).

Penggunaan plafon berbahan gipsium semakin diminati masyarakat, dengan alasan pemasangannya relative mudah, memiliki tingkat kehalusan yang tinggi, dan memiliki

tingkat daya rekat yang baik terhadap *cornice* (bahan penyambung antar papan), serta minim terhadap terjadinya retak pada bagian sambungan, menghemat cat dan memiliki daya resap cat yang sangat baik, sehingga sangat mudah sekali melakukan pengecatan pada permukaan papan gipsium (Ekoyanto, 2015). Selain plafon gipsium mampu menahan kebisingan, Technical Manager USG Boral menjelaskan, bahwa papan gipsium dengan spesifikasi khusus akustik memiliki *Noise Reduction Coefficient* (NRC) lebih tinggi dibanding bahan plafon lainnya, karena keunggulan-keunggulan yang dimiliki gipsium, pengguna gipsium semakin meningkat (Olson, 2001).

Namun, dibalik keunggulannya, plafon berbahan gipsium juga sangat berbahaya. Bahan gipsium mengandung beraneka ragam radionuklida alam. Gipsium memiliki konsentrasi radionuklida yang tinggi yaitu sebagai berikut : Ra^{226} ($379,59 \pm 21,09 \text{ Bq/kg}$), Ra^{228} ($3,60 \pm 1,26 \text{ Bq/kg}$), U^{238} ($33,94 \text{ Bq/kg}$) dan K^{40} ($18,39 \pm 10,15 \text{ Bq/kg}$) (Eni, 2009).

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas penulis tertarik untuk mengidentifikasi unsur yang dominan dalam gipsium dan mencari solusi untuk memproteksi paparan radionuklida gipsium dengan metode jarak. Sehingga masyarakat bisa tetap menikmati keunggulan plafon gipsium tanpa harus takut dengan paparan radionuklidanya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

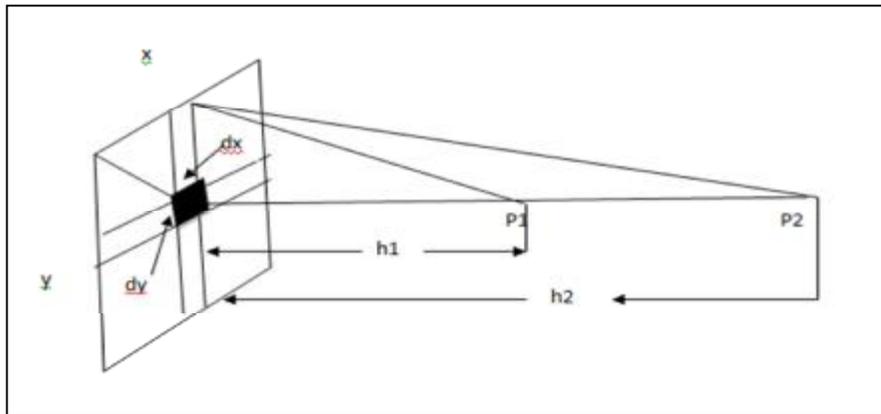
2.1 Radiasi Alam

Dikatakan sebagai sumber radiasi alam karena sumber-sumber itu sudah ada sejak alam ini lahir. Secara garis besar, radiasi alam atau sering kali juga disebut sebagai radiasi latar dapat dikelompokkan menjadi dua bergantung pada asal sumbernya, yaitu radiasi teresterial (berasal dari permukaan bumi) dan radiasi ekstra teresterial (berasal dari angkasa luar) (Dewi, 2004). Sedangkan radionuklida yang merupakan sumber radiasi teresterial

dibagi menjadi 3 deret yaitu deret Uranium, deret Thorium, dan deret Actinium

2.2 Proteksi Radiasi Sumber Berbentuk Luasan dengan Pengaturan Jarak

Perbandingan dosis radiasi pada jarak h_1 dengan jarak yang lain yaitu h_2 ditunjukkan oleh Persamaan (2.1) (Cember, 1969)



Gambar 2.1. Geometri perhitungan dosis radiasi dengan jarak h dari sumber radiasi berbentuk luasan .

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{h_2 \ln y (y \tan^{-1} \frac{x}{y} + \frac{1}{2} \ln h_1 |x+y^2|)}{h_1 \ln y (y \tan^{-1} \frac{x}{y} + \frac{1}{2} \ln h_2 |x+y^2|)} \quad (2.1)$$

Keterangan :

D_1 = Dosis radiasi di titik P1

D_2 = Dosis radiasi di titik P2

h_1 = Jarak dari pusat sumber ke titik P1

h_2 = Jarak dari pusat sumber ke titik P2

- Dosis efektif sebesar 1 mSv per tahun.
- Dosis ekuivalen untuk lensa mata sebesar 15 mSv pertahun.
- Dosis ekuivalen untuk kulit sebesar 50 mSv pertahun

2.4 Gypsum

Gypsum adalah batu putih yang terbentuk karena pengendapan air laut. Komposisi kimia bahan gypsum adalah (Saragih, 2011) :

- Calcium (Ca) : 23,28 %

2. Hidrogen (H) : 2,34 %
3. Calcium Oksida (CaO) : 32,57 %
4. Air (H₂O) : 20,93 %
5. Sulfur (S) : 18,62 %

2.5 Surveymeter

Surveymeter alat yang dapat memberikan informasi laju dosis radiasi pada suatu area secara langsung. Surveymeter yang digunakan dalam proteksi radiasi terdapat beberapa jenis diantaranya: surveymeter gamma, surveymeter beta gamma, surveymeter alfa, surveymeter neutron, dan surveymeter multi-guna. Untuk mengukur nilai dosis sebenarnya pada surveymeter menggunakan persamaan (2.2)

$$D_s = D_u \cdot F_k \quad (2.2)$$

Keterangan :

D_s = Dosis sebenarnya

D_u = Dosis yang terukur di surveymeter

F_k = Faktor Kalibrasi

2.6 Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS)

Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) merupakan teknik baru untuk menganalisis unsur berdasarkan plasma yang dihasilkan setelah ditembak oleh laser. Dalam teknik ini pulsa laser digunakan untuk ablasi sampel, sehingga penguapan dan ionisasi sampel dalam plasma yang panas yang kemudian dianalisis dengan menggunakan spectrometer (Hussain, 2013).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Surveymeter RGD 27091, LIBS, meteran dan termometer ruang. Bahan-bahan yang digunakan adalah gipsum, ruangan dengan plafon berbahan gipsum dan ruangan dengan plafon berbahan beton.

3.2. Proses Pengujian Kandungan Radionuklida pada Gipsum

Sampel gipsum dengan ukuran 1 cm x 3 cm diletakkan ditempat objek yang ada dalam LIBS, Laser Nd: YAG ($\lambda=1064$ nm, lebar pulsa 7 ns) difokuskan pada permukaan sampel gipsum. Laser dengan energi 100 mJ ditembakkan ke permukaan sampel gipsum dan membentuk plasma. Emisi plasma unsur-unsur radioaktif ditangkap oleh spektrometer tipe HR 2500⁺ (*spectra range 200-980 nm with 7 channel*) dengan menggunakan detektor sebanyak 7, 2048 *element linier silicon CCD arrays*, total 14336 Megapiksel, setelah itu diproses dengan *software OOILIBS* untuk menampilkan spektrum intensitas emisi atom sebagai fungsi panjang gelombang dan *addLIBS* untuk menganalisis spektrum. Spektrum Intensitas emisi atom diubah dalam bentuk angka menggunakan *Microsoft Excel*.

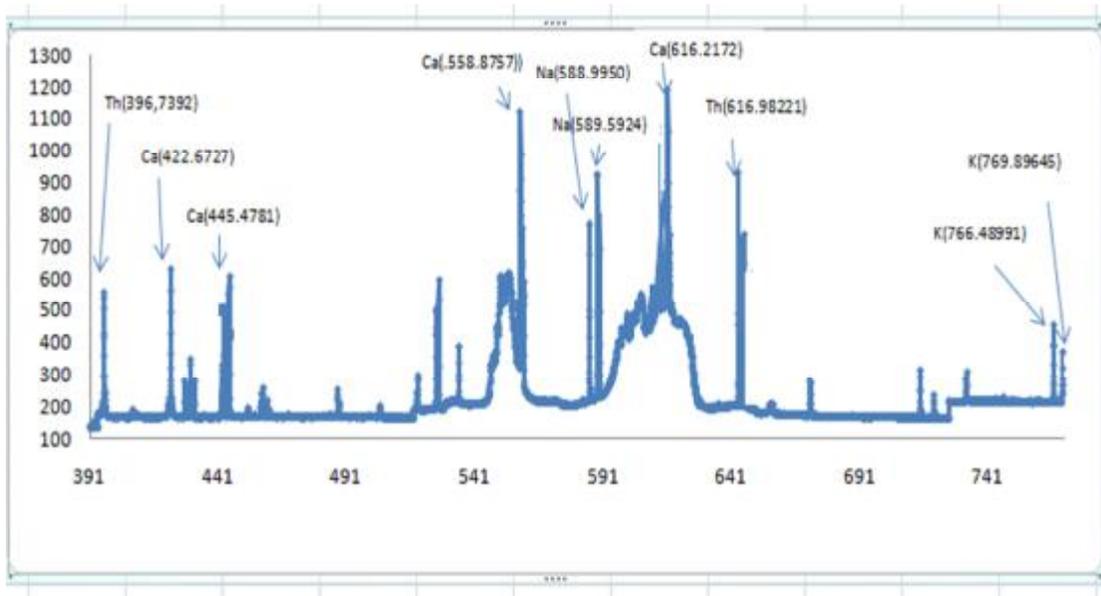
3.2 Proses Pengukuran Dosis Radiasi

Surveymeter tipe RGD 27091 (mengukur nilai dosis ekuivalen lingkungan, satuan dosis μSv dengan *ranges* skala nilai: 20, 200, dan 2000. Detektor ionisasi gas tipe: kamar ionisasi) dengan faktor kalibrasi pada masing-masing skala 20, 200, dan 2000 sebesar 1.12, 1.08 dan 0.986 di atur jaraknya dari 20 cm hingga 200 cm dari papan gipsum di luar ruangan, plafon berbahan gipsum dan plafon berbahan non gipsum di dalam ruangan. Tombol ON pada surveymeter ditekan dan *range* skala nilai di atur mulai

dari *range* skala nilai 20 μSv jika pada skala tersebut tidak dapat mendeteksi maka *range* skala di ubah ke 200 atau 2000 μSv pada alat. Dosis radiasi yang terbaca oleh surveymeter dicatat. Dilakukan pengukuran dengan cara yang sama untuk posisi plafon yang berbeda.

V, HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dengan menggunakan peralatan LIBS diperoleh grafik intensitas emisi foton terhadap panjang gelombang unsur yang ditunjukkan oleh Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik intensitas emisi foton terhadap panjang gelombang unsur.

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.1 dan dengan acuan radionuklida pada deret uranium, deret thorium, deret actinium dan deret primordial, unsur-unsur radionuklida pada sampel gipsum dapat diidentifikasi. Adapun unsur-unsur

radionuklida pada sampel gipsum ditunjukkan pada Tabel 4.1

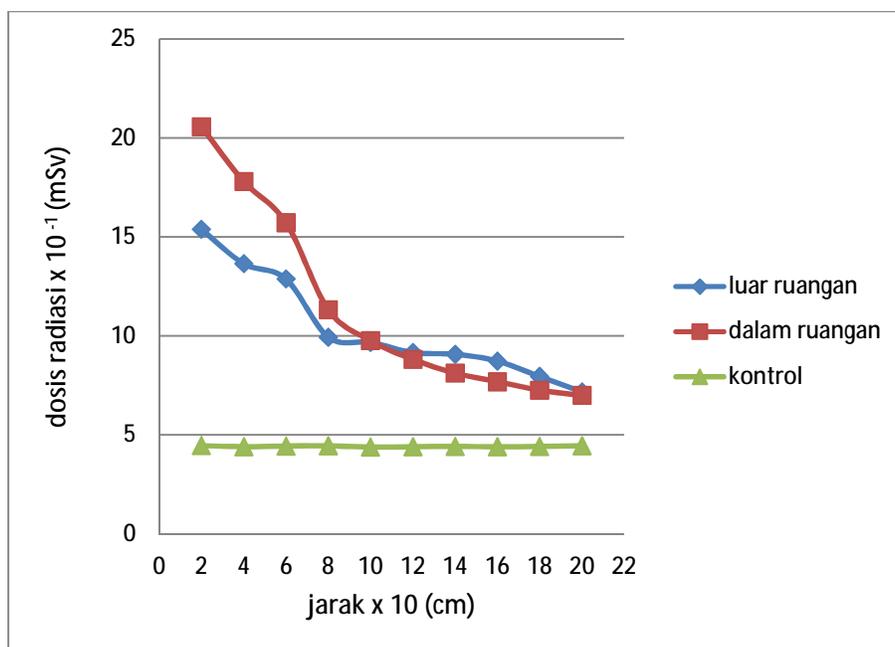
Tabel 4.1 Unsur-unsur radionuklida dari sampel gipsum.

Nama unsur	Panjang Gelombang (nm)	Rata-rata Intensitas (a.u)
------------	------------------------	----------------------------

Th	616,9513274	456,5555
K	766,4968635	198,5555

Hasil pengukuran dosis radiasi papan gipsum di luar ruangan, plafon berbahan gipsum di dalam ruangan, dan plafon berbahan beton di dalam ruangan, dan

plafon berbahan beton (kontrol) di dalam ruangan di titik pengukuran tengah ditunjukkan oleh Gambar 4.2 sedangkan di titik pengukuran pojok ditunjukkan oleh Gambar 4.3



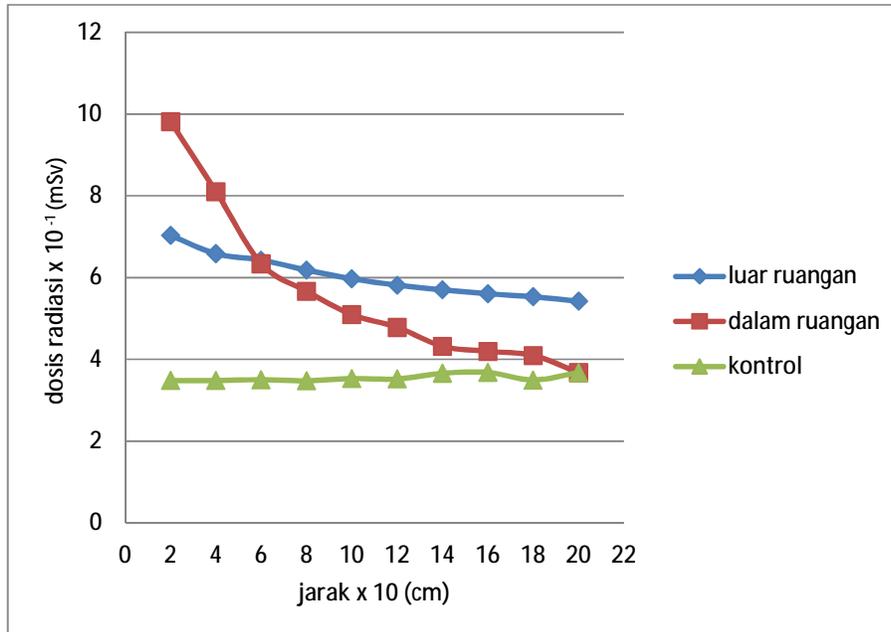
Gambar 4.2 Grafik dosis radiasi dari pada gipsum diluar ruangan, plafon berbahan gipsum di dalam ruangan dan plafon berbahan beton di posisi pengukuran tengah dalam setahun.

Gambar 4.2 menunjukkan hubungan antara jarak dengan dosis radiasi yang yang terbaca oleh Surveymeter dari papan gipsum di luar ruangan, plafon berbahan gipsum di dalam ruangan, dan plafon berbahan beton di dalam ruangan. Secara umum dapat dikatakan bahwa dosis radiasi yang dipancarkan papan gipsum di luar ruangan dan plafon berbahan gipsum di dalam ruangan berbanding terbalik dengan jarak. Semakin besar jarak, semakin kecil dosis

radiasi yang dilepas. Sedangkan untuk kontrol tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Angka 1 mSv di sumbu Y pada grafik merupakan Nilai Batas Dosis yang di izinkan oleh ICRP untuk masyarakat umum. Jadi jika grafik berada dibawah angka 1 mSv sumbu Y bisa dikatakan aman. Dari Gambar 4.2 bisa ditunjukan bahwa untuk pengukuran di posisi tengah pada jarak 80 masih aman dari papan gipsum di luar ruangan, pada jarak 100 cm masih aman untuk plafon

berbahan beton didalam ruangan. Dari

Gambar 4.3 bisa ditunjukkan bahwa untuk



Gambar 4.3 Grafik dosis radiasi dari pada gypsum diluar ruangan, plafon berbahan gypsum di dalam ruangan dan plafon berbahan beton di posisi pengukuran pojok dalam setahun.

pengukuran di posisi pojok pada jarak berapapun masih aman untuk diluar ruangan, di dalam ruangan maupun kontrol.

Hasil penelitian dengan LIBS, radionuklida dominan pada gypsum adalah Thorium. Thorium akan meluruh menjadi gas radon dan melepaskan partikel alpha. Dosis radiasi yang terbaca oleh surveymeter kemungkinan besar berasal dari gas radon. Dari hasil penelitian terlihat bahwa didalam ruangan memiliki dosis radiasi lebih besar dibandingkan diluar ruangan, hasil ini sesuai dengan

pernyataan ICRP tahun 2012 bahwa konsentrasi gas radon rata-rata di dunia di dalam rumah lebih tinggi dibandingkan dengan tempat terbuka.

Dalam penelitian baik dari papan gypsum diluar ruangan maupun plafon berbahan gypsum di dalam ruangan menunjukkan pada titik pengukuran di tengah lebih besar dibandingkan dengan titik pengukuran di pojok-pojok. Hal ini diperkuat dengan eksperimen Wilson pada kotak kabut Wilson. Wilson menemukan bahwa partikel alpha memiliki lintasan yang sama panjang dan lurus di udara.

Titik pengukuran tengah lebih besar dibandingkan dengan pojok-pojok karena lebih banyak mendapat kontribusi partikel alpha dari lembaran gypsum.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, maka dapat dibuat kesimpulan yaitu unsur-unsur radioaktif yang teridentifikasi pada gipsum dengan metode LIBS adalah Th dan K. Thorium (Th) dengan intensitas emisi foton sebesar 456,5555 a.u dan Kalium (K) dengan intensitas emisi foton sebesar 198,5555 a.u. Untuk posisi pengukuran tengah pada jarak 80 cm dari papan gipsum diluar ruangan masih aman, 100 cm dari plafon berbahan gipsum di dalam ruangan masih aman, dan aman di jarak berapapun dari plafon beton di dalam ruangan. Untuk posisi pengukuran pojok pada jarak berapapun dari plafon berbahan beton aman.

5.2 Saran

Penelitian ini hanya menggunakan gipsum dari sekian banyak bahan plafon di Indonesia sebagai objek penelitian. Sehingga perlu dilakukan penelitian selanjutnya menggunakan plafon berbahan lain sebagai dasar pengawasan dan proteksi radiasi terutama radiasi eksternal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, Sudi. 2009. *Radiasi Alam*. Artikel IPTEK Nuklir. PPIN-BATAN : Jakarta.
- Cember, Herman. 1969. *Introduction to Health Physics first edition*. Northwestern University: Britain.
- Damayanti, Elia. 2012. *Dasar -Dasar Kesehatan Lingkungan Radiasi Lingkungan Gas Radon*. Universitas Lambung Mangkurat : Banjarbaru.
- Dewi, Sri. 2004. *Sumber-Sumber Radiasi*. Universitas Hasanuddin : Makassar
- Ekoyanto, Gunarso. 2015. *Bangun Rumah*. <http://www.bangunrumah.name/cara-mengatasi-sambungan-plafon-gypsum-yang-berbayang/> diakses tanggal 22 januari 2015
- Erawati, Eni. 2009. *Kajian Radioaktivitas Untuk Pengawasan Berbagai Bahan Bangunan*. Staf Bidang Pengkajian Industri dan Penelitian. BAPETEN : Jakarta
- Hussain, T and Gondal, MA. 2013. *Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) As A Rapid Tool For Material Analysis*. Journal of Physics: Conference Series 439 (2013) 012050. King Fahd University of Petroleum & Minerals (KFUPM) : Saudi Arabia
- Kepala Badan Pengawasan Tenaga Nuklir RI. 2013. *Peraturan Kepala Badan*

*Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4
Tahun 2013 Tentang Proteksi Dan
Keselamatan Radiasi Dalam
Pemanfaatan Tenaga Nuklir .
BAPETEN : Jakarta.*

Olson, Donald. 2001.
Gypsum. <http://minerals.usgs.gov/minerals/>Diakses tanggal 22 januari
2015

Saragih, 2011. *Pembuatan Plafon dengan
Menggunakan Serabut Kelapa.*
Universitas Sumatra Utara : Medan.