Studi Tentang *Stepwedge* Berbahan Kayu Lokal untuk Jaminan Keamanan dalam Radiologi Diagnostik

Study on Locally Fabricated Wood Stepwegde for Quality Assurance In Diagnostic Radiology

Nurjannah, Rini Safitri dan Elin Yusibani*
Program Studi Magister Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Syiah Kuala, Jalan Teuku Nyak Arief Darussalam, Indonesia 23111

Received mei, 2017, Accepted December, 2017

Penelitian tentang stepwedge berbahan kayu lokal sebagai *phantom* yang dipapar oleh pesawat sinar-X telah dilakukan. Tiga jenis kayu digunakan yakni Seumantok (*shorea macroptera*), Meranti Merah *(shorea leprosula Miq)* dan Medang Kuning *(dehaasia cuneata).* Uji sifat fisis kayu berupa kadar air dan kerapatan telah dilakukan terhadap ketiga jenis kayu tersebut. Kadar air terendah terdapat pada kayu Seumantok (10,1%), sementara kadar tertinggi pada kayu Meranti Merah (12,3%). Kerapatan tertinggi didapatkan oleh kayu Meranti Merah (0,9 g.cm^{-3}) dan terendah pada kayu Medang Kuning (0,6 g.cm^{-3}). Standar Aluminium stepwedge digunakan sebagai salah satu referensi pengujian. Paparan pesawat sinar X terhadap stepwedge tersebut dilakukan pada dua rumah sakit besar di kota Banda Aceh dengan perbedaan arus dan tegangan untuk memperoleh hasil citra yang tajam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk tegangan dan arus yang berbeda akan menghasilkan hasil citra yang berbeda pula pada dua buah rumah sakit tersebut. Untuk stepwedge berbahan kayu citra terbaik dihasilkan pada tegangan rendah.

Research on stepwedges made of local woods as a phantom that will be exposed to X-ray machine has been done. The woods are Seumantok (shorea macroptera), Meranti Merah (shorea leprosula Miq) and Medang Kuning (dehaasia cuneata). The physical properties of wood in the form of water content and density has been measured. The lowest water content belong to Seumantok (10,1%), while the highest one is Meranti Merah (12,3%). The highest density obtaine by Meranti Merah (0,9 g.cm^{-3}) and the lowest for Medang Kuning (0,6 g.cm^{-3}). Standard Aluminum stepwedge is used as a reference. X-ray exposure to the stepwedge was performed at two large hospitals in the Banda Aceh city with variation of currents and voltages to obtain a good image. The results showed that for different voltages and currents will produce different image whitin two hospitals. The good picture obtains in a low voltage in a case of wood stepwedge.

Keywords: X-ray, Stepwedge, wood, Alumunium, radiodiagnostic

Pendahuluan

Sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang berkisar antara 10-100 pm dan memiliki energi dalam rentang 0,1-100 Kev. Sinar-X memiliki daya tembus yang tinggi pada bahan yang dilaluinya. Saat ini sinar-X telah menjadi alat utama yang harus dimiliki oleh rumah sakit kelas I (satu) di seluruh Indonesia. Citra dari sinar-X yang dihasilkan dapat menjadi rujukan utama dalam menentukan jenis penyakit yang dilakukan oleh dokter. Salah satu cara yang dapat dilakukan pada uji kesesuaian penggunaan mesin sinar-X adalah dengan menggunakan objek stepwedge. Stepwedge tersebut digunakan sebagai phantom dan dipaparkan terhadap mesin sinar-X. Citra stepwedge akan diidentifikasi menggunakan densitometer. Terdapat penelitian dengan menggunakan stepwedge berbahan aluminium lokal dan brass. Aluminium standar dan lokal diatur pada tegangan 60 kV dan arus 12.5 mAs, sementara metal

*corresponding Author: *e_yusibani@unsyiah.ac.id*

brass diatur pada tegangan 70 kV dengan arus sebesar 16 mAs. Hasil pengukuran aluminium standar menghasilkan nilai densitas optis terendah pada 0,43 dan tertinggi pada 2,13. Sementara nilai densitas optis untuk aluminium lokal terendah pada 0,32 dan maximumnya pada 2,05, pada penelitian ini menunjukkan bahwa nilai densitas optis antara aluminium standar dan aluminium lokal masih bersesuaian (Mangset dkk. 2009). Kayu dianggap hampir sama dengan organ tubuh manusia karena sebagian besar dasar penyusun tubuh manusia terdiri dari air begitu juga dengan penyusun bahan baku kayu. Telah dilakukan penelitian sebelumnya menggunakan *Rhizopora spp* sebagai phantom payudara, tegangan foton ditentukan pada 11,22-28,43 keV. Kayu rhizopora memiliki unsur air lebih tinggi dibandingkan unsur lain. Kayu rhizopora dapat digunakan sebagai phantom karena densitas dari kayu tersebut nilainya mendekati nilai densitas air yaitu 1,029 dimana air merupakan sebagian besar penyusun dari tubuh manusia. (Bauk dan Tajuddin, 2008).

Dosis rendah dan tinggi yang tidak tepat sasaran dan sesuai kebutuhan akan berefek fatal terhadap tubuh, seperti kerusakan organ-organ lain atau sel-sel yang ingin diobati bahkan bisa menyebabkan kehilangan nyawa pasien, sehingga penelitian untuk uji sinar-X dengan menggunakan stepwedge sebagai sampel perlu dilakukan. Variasi tegangan dan arus yang diperlukan sesuai kebutuhan ukuran dan ketebalan sampel harus ditentukan sehingga bisa diaplikasikan kepada torax organ tubuh manusia. Penelitian ini akan melakukan ekspos radiografi terhadap tiga jenis kayu lokal yang terdapat di provinsi Aceh dan aluminium standar sebagai referensi. Kayu didesain dalam bentuk stepwedge sebagai pengganti torax organ tubuh manusia. Stepwedge ini akan diuji dengan sinar-X sehingga menghasilkan citra dalam bentuk gelap terang. Tegangan dan arus disesuaikan dengan referensi dan standar yang digunakan di dua rumah sakit besar di kota Banda Aceh sebagai tempat penelitian (RS-A dan RS-B). Hasil penelitian diharapkan dapat mengetahui bagaimana *optical density* sampel material yang diuji.

Metodologi Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa pesawat sinar-X berasal dari RS-A (WDM®) dan RS-B (Shimadzu®), stepwedge berbahan Aluminium standar, kayu Seumantok, kayu Meranti Merah, dan kayu Medang Kuning yang didapatkan dari Provinsi Aceh. Densitometer untuk pembacaan Densitas Optis (densitometer digital hand-held merk PTW Densix dengan standar kalibrasi 0000), perangkat ekspos berupa kaset, film agfa, automatic processing film, grid, lampu tungsten, monitor dan seperangkat komputer.

Uji sifat fisik kayu kadar air dilakukan dengan cara menyiapkan sampel kayu dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 3 cm dan tebal 0,6 cm. Setelah sampel disiapkan kemudian dimasukkan kedalam tempat yang berisi air dan ditutup, sampel direndam selama 1 x 24 jam. Setelah direndam kemudian diangkat lalu ditimbang dan dilakukan pengeringan dengan memasukkan sampel ke dalam oven pada temperatur 100^{o}C sementara operasi maksimum 350^{o}C dengan kemampuan tegangan sebesar 220-240 V. Setelah melakukan pengeringan terhadap sampel dengan waktu yang telah ditentukan, kemudian dilakukan penimbangan dengan menggunakan timbangan digital untuk mengetahui massa sampel dari ketiga jenis kayu tersebut. Pengukuran dilakukan dengan beberapa kali pengulangan sampai mendapatkan berat kering tanur (berat kering konstan). Setiap melakukan pengeringan, sampel selalu ditimbang sampai memperoleh massa yang konstan untuk semua jenis kayu. Untuk mendapatkan kadar air dari ketiga jenis kayu tersebut menggunakan Pers. (1), dimana KA adalah kadar air, BA adalah berat awal dan BKT adalah berat kering tanur.

$$KA = \frac{BA - BKT}{BKT} \times 100\% \quad (1)$$

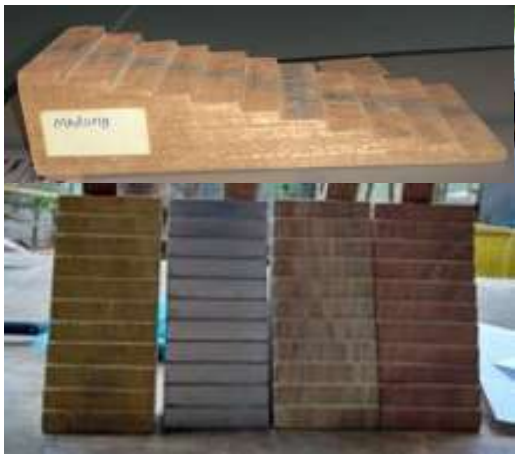
Kerapatan (ρ) diuji dengan mengukur berat sampel untuk mendapatkan massanya (*m*) dan menghitung volume (*V*)sampel dengan cara megukur panjang, lebar dan tebal menggunakan jangka sorong (Pers. (2)).

$$\rho = \frac{m}{V} \times 100\% \quad (2)$$

Stepwedge kayu dirancang sesuai dengan dimensi dari stepwedge aluminium standar yakni sebanyak 11 step. Dengan panjang 14 cm, lebar 6,2 cm dan tinggi maximum 3,3 cm. Perbedaan tebal step 0,3 cm sebanyak 11 step, uraian ketebalan yaitu: Step 1 = 0,3 cm, step 2 = 0,6 cm, step 3 =0,9 cm, step 4 =

*corresponding Author: *e_yusibani@unsyiah.ac.id*

1,2 cm, step 5 = 1,5 cm, step 6 = 1,8 cm, step 7 = 2,1 cm, step 8 = 2,4 cm, step 9 = 2,7 cm, step 10 = 3 cm, step 11 = 3,3 cm (Gambar 1). Stepwedge diatur pada pertengahan kaset yang telah terisi lembar film, posisi sampel diletakkan antara mesin sinar-X dan kaset. Sisi kanan, kiri, atas dan bawah stepwedge ditutup grid atau lembar timbal (Pb) untuk mengurangi pengaruh radiasi hambur (*scatter*) yang sampai ke lembar film.

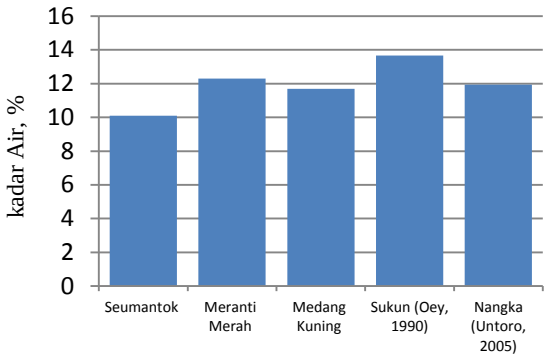


Gambar 1 Perancangan stepwedge pada penelitian ini yang terdiri dari tiga jenis kayu dan alumunium standar

Tahap berikutnya, mengatur jarak penyinaran 100 cm dari tabung sinar-X ke kaset. Mengatur nilai variasi ekspos baik tegangan tabung (kV) maupun nilai mAs yang telah ditetapkan. Pengaturan tegangan divariasikan pada 44, 48, 58, 64 dan 68 kV dengan kuat arus kali waktu (mAs) pada 2.5, 12, 28, 30 dan 36 mAs. Ekspos dilakukan pada empat jenis stepwedge, pengolahan film dilakukan dengan *automatic processing film*. Hasil film dari sinar-X selanjutnya diukur Densitas Optis setiap step dengan menggunakan densitometer. Sebelum dilakukan pengukuran terhadap ke-11 step yang dihasilkan oleh film radiografi, densitometer dihidupkan dan terlebih dahulu dipastikan bahwa angka pada display harus menunjukkan angka 0.00 dengan menekan tombol *Null*. Kemudian film diletakkan pada tempat pengukuran strip eksposi yang akan diukur dan sensor tangan diletakkan ke bawah hingga optikal sensor menyentuh strip-strip eksposi yang akan diukur. Pengulangan pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pada step yang sama.

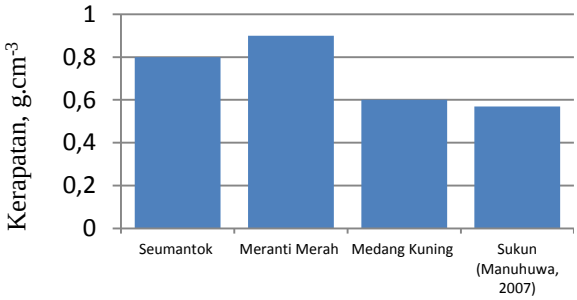
Hasil dan Pembahasan

Pengujian kadar air pertama dilakukan untuk kayu Seumantok selanjutnya Meranti Merah dan Medang Kuning, dengan berat sampel sebelum dikeringkan masing-masing senilai 25,40; 22,82 dan 18,61 g. Berdasarkan Pers. (1) didapatkan bahwa kadar air kayu Seumantok sebesar 10,1%, kayu Meranti Merah sebesar 12,3 %, sementara kayu Medang Kuning sebesar 11,7%. Persentase kadar air terendah dari ketiga jenis kayu tersebut terdapat pada kayu Seumantok, sementara tertinggi diperoleh pada kayu Medang Kuning (Gambar 2).



Gambar 2 Hasil pengujian kadar air

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oey (1990) rata-rata kadar air kering udara untuk kayu Sukun adalah 13,66% dengan kisaran antara 12,22-15,23%. Sementara hasil penelitian Untoro (2005) tentang laminasi kayu Nangka menyebutkan bahwa kadar air kering udara rata-rata sebesar 11,94%. Nilai kadar air kering udara kayu sukun dalam penelitian ini dicapai setelah semua sampel diangin-anginkan selama 22 hari dan berat semua sampel sudah konstan. Besarnya kadar air kering udara kayu Sukun pada penelitian ini termasuk dalam kisaran besarnya nilai kadar air kering udara kayu untuk iklim Indonesia yaitu sebesar 12-20%. Jika dilihat kadar air antara penelitian ini dengan penelitian Oey dan Untoro tidak jauh berbeda. Kayu Sukun hampir sama persentasenya dengan Meranti Merah, sementara kadar air Nangka hampir sama dengan Medang Kuning.



Gambar 3 Hasil pengujian kerapatan

*corresponding Author: *e_yusibani@unsyiah.ac.id*

Hasil uji kerapatan berdasarkan Pers. (2) dapat dilihat pada Gambar 3. Kerapatan kayu Seumantok didapatkan sebesar 0,8 g.cm^{-3}, kayu Meranti Merah 0,9 g.cm^{-3} dan kayu Medang Kuning 0,6 g.cm^{-3}, dari ketiga jenis kayu, kerapatan tertinggi terdapat pada kayu Meranti Merah, sementara kerapatan terendah diperoleh kayu Medang Kuning. Uji kerapatan juga dilakukan pada Aluminium diperoleh senilai 2,833 g.cm^{-3}. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Manuhuwa (2007), berat jenis rata-rata pada keadaan kering udara untuk kayu Sukun adalah 0,57 g.cm^{-3}dengan kisaran antara 0,52-0,65 g.cm^{-3}. Berdasarkan volume kering udara kayu Sukun untuk kedudukan aksial adalah 0,56 g.cm^{-3}pada bagian pangkal pohon, 0,59 g.cm^{-3}, bagian tengah pohon dan 0,59 g.cm^{-3} pada bagian ujung pohon. Rendahnya berat jenis pada bagian pangkal kemungkinan karena pada bagian ini lebih banyak terdapat ekstraktif, sehingga pada kondisi kering udara volumenya akan lebih besar dikarenakan penyusutannya akan lebih kecil. Hasil penelitian kerapatan pada kayu Sukun hampir berdekatan dengan nilai kerapatan diperoleh pada Medang Kuning.

Setiawan (2012) telah meneliti tentang hubungan pengetahuan dan deteksi dini dengan keterlambatan penderita kanker payudara melakukan pemeriksaan di RSUD Kraton Kabupaten Pekalongan, didapatkan kerapatan payudara senilai 0,026 g.cm^{-3}. Desain penelitian menggunakan studi deskriptif korelasi dengan pendekatan *cross sectional*, teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah *accidental sampling*, dengan jumlah responden kanker payudara yang menjalani kemoterapi di RSUD Kraton Kabupaten Pekalongan sebanyak 50 orang. Amalia (2010) juga telah melakukan penelitian tentang hubungan kebiasaan minum susu dan olahraga dengan kepadatan tulang remaja studi dilakukan di SMAN 3 Semarang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktifitas fisik yang diukur melalui kebiasaan olahraga tidak berhubungan signifikan dengan kepadatan tulang. Hal ini ditunjukkan dari hasil uji statistik dengan menggunakan uji *rank spearman* dimana diperoleh nilai kerapatan 0,368 g.cm^{-3}. Dimana kepadatan tulang panggul remaja laki-laki dengan perempuan tidak ada perbedaan signifikan. Berdasarkan hasil kerapatan dari ketiga jenis kayu diatas, maka kerapatan kayu tersebut hampir mendekati nilai dari densitas payudara dan tulang remaja, sehingga memungkinkan untuk dapat dipergunakan sebagai pengganti pantom.

Uji kerapatan Aluminium juga telah dilakukan, hasil dari pengujian terlihat pada Tabel 1. Aluminium Standar yang digunakan pada Tabel 1 adalah stepwedge untuk cek rentang contrast yang biasanya digunakan pada setiap pemeriksaan berasal dari PTKMR (Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi) Batan Jakarta. Penelitian untuk uji kerapatan dilakukan secara manual diperoleh hasil senilai 2,833 g.cm^{-3}. Mangset (2010), menggunakan stepwedge Aluminium Standar dengan kerapatan 2,698 g.cm^{-3}. Zulfikar (2010), melakukan penelitian tentang studi sifat fisis dan mekanis komposit aluminium dengan variasi fraksi berat dan temperatur sintering, diperoleh nilai kerapatan untuk aluminium senilai 2,504 g.cm^{-3}, nilai kerapatan ini diperoleh pada perlakukan fisis dengan suhu 550^{o}C. Sukanto (2003), juga telah meneliti tentang pengaruh tekanan kompaksi dan suhu sintering terhadap densitas dan sifat mekanis aluminium, diperoleh nilai kerapatan untuk aluminium senilai 2,306 g.cm^{-3}.

Tabel 1 Hasil uji kerapatan aluminium

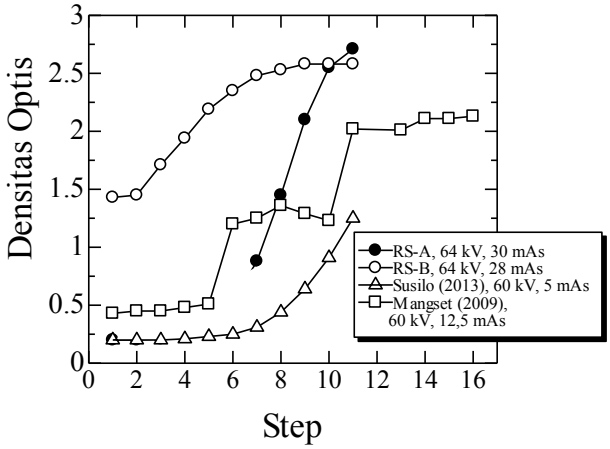
Jenis Kayu	ρ (g.cm^{-3})
Aluminium Standar	2,833
Aluminium (Mangset, 2010)1	2,698
Aluminium (Zulfikar, 2010)8	2,504
Aluminium (Sukanto, 2003)9	2,306

Dari keseluruhan nilai kerapatan diperoleh nilai tertinggi pada Aluminium Standar. Jika diamati perbedaan nilai kerapatan antara kayu Seumantok, kayu Meranti Merah, kayu Medang Kuning dengan Aluminium sangat jauh berbeda nilainya. Kerapatan kayu sangat rendah berada dibawah Aluminium, hal ini akan berpengaruh terhadap penggunakan nilai tegangan pada pesawat sinar-X.

Hasil ekspos stepwedge Aluminium Standar

Stepwedge Aluminium Standar diekspos pada tegangan 64 kV dengan arus 30 mAs kondisi menggunakan grid. Kemudian diekspos pada tegangan 68 kV arus 36 mAs, kondisi menggunakan grid. Ketiga diekspos pada tegangan 58 kV arus 30 mAs, kondisi menggunakan grid. Percobaan keempat diekspos pada 48 kV arus 30 mAs dengan kondisi menggunakan grid. Terakhir diekspos pada 48 kV arus diatur pada 30 mAs dengan kondisi tidak menggunakan grid.

*corresponding Author: *e_yusibani@unsyiah.ac.id*

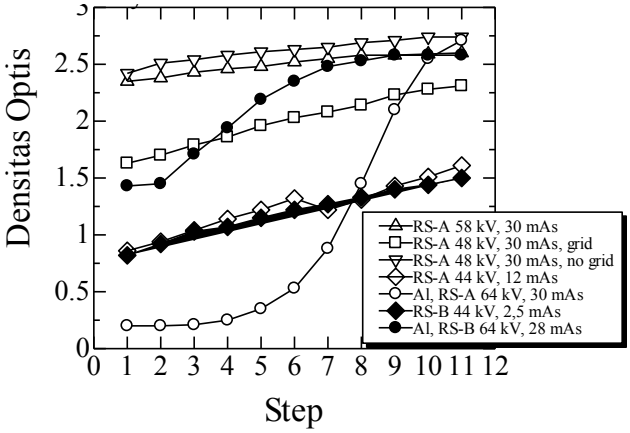


Gambar 4 Densitas Optis stepwedge aluminium

Hasil citra yang paling tajam terdapat pada ekspos tegangan 64 kV dengan arus 30 mAs. Variasi tegangan dan arus paling tajam di RS-A lalu dilakukan ekspos ulang di RS-B untuk melihat hasil kualitas citra pada variasi tegangan yang sama dengan arus 28 mAs di RS-B. Hasil pengukuran Densitas Optis untuk Aluminium dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil densitas optis yang diperoleh oleh Susilo hampir menyamai grafik karakteristik Aluminium Standar di RS-A. Sementara hasil densitas optis dari RS-B kurang baik dikarenakan ekspos dipaksakan pada kondisi variasi tegangan dan arus yang sama dengan RS-A (tidak mencari variasi tegangan standar di rumah sakit setempat). Mangset menggunakan step lebih panjang yakni sekitar 16, namun secara umum grafik karakteristik hampir sama. Untuk ekspos aluminium pada tegangan 64 kV arus 30 mAs merupakan hasil citra yang paling tajam dan dapat digunakan sebagai referensi untuk ekspos kayu. Dimana *toe* (batas paling terang) berada pada 0.35, sementara *straight line portion* (batas kehitaman) berada pada Densitas Optis antara 0.35 sampai dengan 2.10, sementara *sholder* (gelap) berada pada Densitas Optis 2.55 untuk kasus hasil citra RS-A.

Hasil ekspos stepwedge Kayu Seumantok

Tahap kedua dilakukan ekspos terhadap Kayu Seumantok dengan pengaturan tegangan pada 58 kV arus diatur pada 30 mAs dengan kondisi menggunakan grid. Ekspos berikutnya diatur pada tegangan 48 kV dengan arus 30 mAs dengan kondisi dengan dan tanpa grid. Selanjutnya dilakukan pada tegangan 44 kV arus 12 mAs dengan kondisi tanpa grid semua dilakukan pada RS-A. Ekspos terakhir dilakukan di RS-B pada variasi tegangan yang sama 44 kV dan arus berbeda 2,5 mAs. Ekspos pada variasi 58 kV dengan grid dan 48 kV tanpa grid, merupakan uji ekspos pada aluminium, setelah diuji ternyata hasil citra kurang baik sehingga dicari variasi tegangan dan arus lain untuk mendapatkan hasil citra yang lebih tajam. Hasil citra paling tajam pada variasi tegangan 44 kV dan arus pada 12 mAs dengan kondisi tanpa grid. Berdasarkan dari empat kali hasil ekspos di RSIA dan satu kali ekspos di RSUZA terdapat dua hasil citra yang kontras, hasil ekspos paling kontras diperoleh di RS-A pada tegangan 44 kV dengan arus 12 mAs. Keseluruhan step 1 paling tebal sampai 11 tipis terlihat dengan jelas batas-batasnya, sehingga ekspos ini menghasilkan citra paling tajam untuk stepwedge Seumantok. Hasil citra dari RS-A dan RS-B berbeda kontrasnya, ini disebabkan beberapa hal, yang pertama lampu pengatur kolimator di RS-B tidak berfungsi maksimal sehingga pada saat paparan terjadi, menghasilkan citra kurang kontras, seharusnya lampu kolimator berfungsi secara maksimal sehingga tidak mempengaruhi hasil citra yang diperoleh. Hasil densitas optis stepwedge kayu Seumantok dapat dilihat pada Gambar 5. Titik paling terang setelah terjadi paparan pada step satu paling tebal senilai 0,86 untuk RS-A, sementara RS-B senilai 0.82, densitas paling tinggi pada titik paling gelap di step 11 senilai 1,61 untuk RS-A dan RS-B sebesar 1.50, perbedaan densitas antara step terbaca jelas. Hubungan antara step dengan densitas teramati pada grafik karakteristik tersebut.



Gambar 5 Grafik karakteristik stepwedge Seumantok

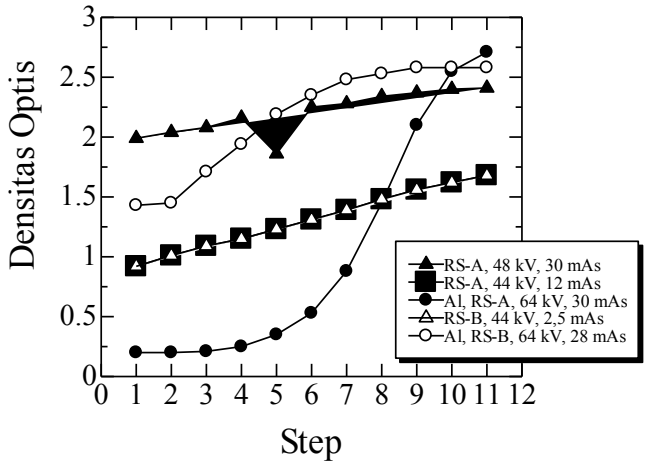
Berdasarkan pengamatan dari Gambar 5 dapat dijelaskan pada RS-A untuk nilai *toe* pada variasi tegangan 44 kV dengan arus 12 mAs dengan kondisi tidak menggunakan grid berada pada 1.32 sementara *straight line portion* berada pada Densitas Optis antara 1.32 sampai dengan 1.22 dan *sholder* berada pada Densitas Optis 1.31. Sementara hasil ekspos di

*corresponding Author: *e_yusibani@unsyiah.ac.id*

RS-B untuk ekspos kayu pada tegangan 44 kV dengan arus 12 mAs untuk RSIA dan 2,5 untuk RS-B, terdapat *toe* untuk Kayu Seumantok pada RS-A berada pada 1.32 sementara RS-B 1,03 dan *straight line portion* berada pada 1.03 sampai 1.07.

Hasil ekspos stepwedge Kayu Medang Kuning

Uji ketiga dilakukan ekspos terhadap stepwedge Medang Kuning dengan pengaturan pada RS-A untuk tegangan 48 kV, arus 30 mAs dengan kondisi dengan grid. Sementara ekspos berikutnya diatur pada tegangan 44 kV, 12 mAs dengan kondisi tanpa grid, sementara ekspos perbandingan dilakukan di RS-B pada tegangan 44 kV dan arus 2,5 mAs.



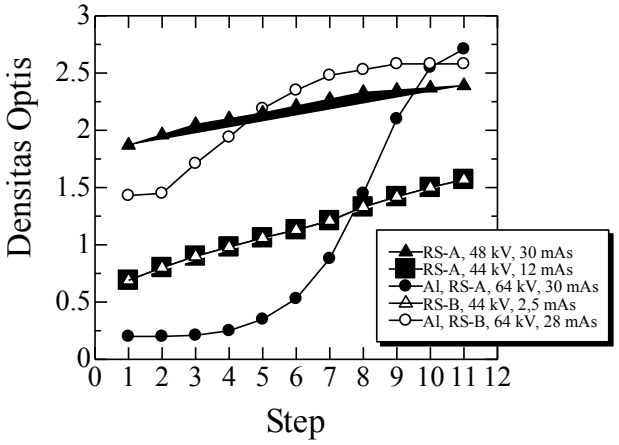
Gambar 6 Hubungan Densitas Optis dengan step stepwedge Medang Kuning

Dari keseluruhan ekspos yang dilakukan hanya pada tegangan 44 kV terdapat hasil ekspos yang paling kontras, keseluruhan step terlihat secara tajam. Dari hasil citra didapatkan untuk hasil ekspos pada tegangan 44 kV dan arus 12 mAs dengan kondisi tanpa grid terlihat pada step 1 sampai 11 paling bawah dengan jelas batas-batasnya, sehingga pada kondisi ini terdapat citra paling tajam untuk stepwedge Medang Kuning. Sebagai perbandingan Medang Kuning juga diekspos di RS-B pada tegangan 44 kV arus 2,5 mAs, terlihat hasilnya kurang kontras dibandingkan hasil di RS-A. Hasil Densitas Optis stepwedge Medang Kuning teramati pada Gambar 6.

Menurut Grafik terlihat bahwa nilai densitas pada tegangan 48 (RS-A) terdapat titik paling terang pada step 1 yaitu step paling tebal senilai 1,99. Sementara densitas paling tinggi pada titik paling gelap pada step 11 senilai 2,41. Sedangkan untuk nilai densitas pada tegangan 44 kV titik paling terang terdapat pada step 1 senilai 0,92, densitas paling tinggi pada titik paling gelap pada step 11 senilai 1,68. Hasil citra pada tegangan ini merupakan hasil citra paling tajam untuk stepwedge kayu Medang Kuning. Berdasarkan pengamatan untuk tegangan 44 kV (RS-A) *toe* berada pada 1.09, *straight line portion* berada pada densitas antara 1.09 sampai dengan 1.56, dan *sholder* berada pada densitas 1.62. Sementara untuk ekspos pada tegangan 44 kV dengan arus 2,5 di RS-B *toe* berada 1,11. *Straight line portion* antara 1.11 sampai dengan 1.41 dan *sholder* berada pada Densitas Optis 1.46.

Hasil ekspos stepwedge Kayu Meranti Merah

Pengujian keempat dilakukan ekspos terhadap stepwedge kayu Meranti Merah dengan pengaturan pada RS-A untuk tegangan 48 kV dan arus 30 mAs dengan kondisi dengan grid. Pada kondisi ini diperoleh hasil citra tidak kontras, keseluruhan step tidak tajam, hal ini terjadi karena pada saat ekspos untuk jenis Meranti Merah variasi tegangan dan arus tinggi. Kemudian ekspos berikutnya divariasikan pada tegangan 44 kV dan arus 12 mAs dengan kondisi tidak menggunakan grid. Dari hasil citra didapatkan bahwa gambar paling kontras diperoleh pada variasi tegangan 44 kV pada step 1 dari atas sampai step 11 terlihat dengan jelas batas-batasnya.



Gambar 7 Grafik karakteristik stepwedge Kayu Meranti Merah

Sebagai perbandingan ekspos dilakukan paparan di RS-B pada tegangan 44 kV arus 2,5 mAs yang merupakan nilai tegangan yang paling tajam diperoleh dari paparan di RS-A. Hasil Densitas Optis untuk stepwedge Meranti Merah dapat diamati pada Gambar 7. Berdasarkan nilai Densitas Optis

*corresponding Author: *e_yusibani@unsyiah.ac.id*

untuk citra terkontras diperoleh pada paparan 44 kV (RS-A) titik paling terang terdapat pada step satu (paling tebal) senilai 0,69, nilai tertinggi terdapat pada titik paling gelap yaitu step 11 senilai 1,57. Sementara hasil densitas di RS-B titik paling terang terdapat pada step satu paling tebal senilai 0,69, nilai tertinggi terdapat pada titik paling gelap yaitu step 11 senilai 1,57. Teramati pada Gambar 7 untuk tegangan 44 kV (RS-A) *toe* berada pada 0.90 sementara *straight line portion* berada pada densitas antara 0.90 sampai dengan 1.21 dan *sholder* berada pada densitas 1.33. Sementara grafik RS-B *toe* berada pada 1,06, *straight line portion* antara 0.90 sampai 1.21, sementara *Sholder* berada pada densitas 1.33.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kadar air terendah terdapat pada Kayu Seumantok sementara kerapatan tertinggi terdapat pada kayu Meranti Merah. Untuk hasil citra Aluminium yang paling tajam pada kondisi menggunakan grid di RS-A terdapat pada variasi tegangan 64 kV dan arus 30 mAs. Sementara di RS-B dengan variasi tegangan 64 kV dan arus 28 mAs. Hasil citra untuk stepwedge Seumantok yang paling tajam pada kondisi tanpa grid di RS-A terdapat pada variasi tegangan 44 kV, 12 mAs. Sementara di RS-B dengan variasi tegangan 44 kV dan arus 2,5 mAs. Hasil citra untuk stepwedge Medang Kuning yang paling tajam pada kondisi tanpa grid di RS-A pada variasi tegangan 44 kV dan arus 12 mAs. Sementara di RS-B dengan variasi tegangan 44 kV dan arus 2,5 mAs. Hasil citra stepwedge Meranti Merah yang paling tajam pada kondisi tanpa grid di RS-A terdapat pada variasi tegangan 44 kV dan 12 mAs. Sementara di RS-B dengan variasi tegangan 44 kV dan arus 2,5 mAs.

Daftar Pustaka

Amalia R & Meikawati, W. 2010. Hubungan Kebiasaan Minum Susu dan Olahraga dengan Kepadatan Tulang Remaja (studi di sman 3 semarang), Proseding Seminar Nasional UNIMUS 2010, ISBN: 978.979.704.883.9: 192 & 195.

Bauk, S & Tajuddin A A. 2008. Attenuation Coefficients of Rhizophora spp. In the 11.22 to 28.43 kev Photon Energy Range, School of Physics, Universiti Sains Malaysia, 11800 USM, Penang, Malaysia.. Journal of nuclear And Related TECHNOLOGIES, Volume 5, No.1, June 2008, 11-19: 11 dan 15.

Oey-Djoen-Seng, 1964. Berat Jenis Dari Jenis-Jenis Kayu Indonesia dan Pengertian Beratnya Kayu Untuk Keperluan Praktek. Diterjemahkan oleh Soewarsono P.H, 1990. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.

Manuhuwa, E. 2007. Kadar air dan berat jenis pada posisi aksial dan radial kayu sukun (arthocarpus communis, J.R dan G.Frest). Maluku, Jurnal Agroforestri Volume II Nomor 1 Maret 2007: 51-54.

Mangset, W.E and Izang, N. 2009. Locally Fabricated Metal Step Wedge For Quality Assurance In Diagnostic Radiology. Jurnal Bayero Journal of Pure and Applied Sciences, 3(1): 156–163, Department of Physics. University of Jos, Bajopas Volume 3 Number 1 June 2010:157–161.

Setiawan F.S. 2012. Hubungan Pengetahuan dan Deteksi Dini (SADARI) dengan Keterlambatan Penderita Kanker Payudara Melakukan Pemeriksaan di RSUD Kraton Kabupaten Pekalongan, Skripsi, Pekalongan.

Sukanto, H. 2003. Pengaruh Tekanan kompaksi dan suhu sintering terhadap densitas dan sifat mekanis Aluminium, Thesis S2. Teknik Mesin UGM.

Susilo, W, S, Budi & Kusminarto. 2011. Analisis homogenitas bahan Acrylic dengan teknik radiografi sinar-X. Semarang, Jurnal Jurusan Fisika, FMIPA UNNES, Kampus UNNES Sekaran, Semarang Fisika Vol. 1 No. 1, Mei 2011: 29-30.

Untoro, B.S., 2005. Pengaruh Jumlah Perekat dan Tekanan Kempa Terhadap Papan Laminasi Kayu Nangka (Skripsi), Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada, Fakultas Kehutanan (Tidak Dipublikasikan).

Zulfikar. 2010. Studi sifat fisis dan mekanis komposit Aluminium/ Fly ash dengan variasi fraksi berat dan temperature sintering. Padang, Jurnal Teknik Mesin, ISSN : 1829-8958, Vol 7, No. 2, Desember 2010: 107, 110-112.

*corresponding Author: *e_yusibani@unsyiah.ac.id*