

PENGARUH PENINGKATAN pH CAIRAN *DEVELOPER* DENGAN PENAMBAHAN ANTARA NaOH DAN Na₂CO₃ TERHADAP DENSITAS CITRA

Edwin Zusagka, Heri Sutanto, dan Zaenal Arifin

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang
E-mail : edwinzusagka@gmail.com

ABSTRACT

Image density is the level of film image blackness. Keywords : developer, density, pH (acidity), NaOH, Na₂CO₃. In this study aims to determine the pH value of the liquid developer and image density with the addition of NaOH and Na₂CO₃ as well as a result of the use of the developer fluid. This research is done by washing the film on the object stepwedge used the same exposure factors namely 60 kV tube voltage, time and tube current of 8 mAs. After that film development using weak developer liquid was done. To increase developer liquid's acidity, two part of processing using 5 grams addition of NaOH and Na₂CO₃ on each part were done. On the first film the process was carried out by adding 5 grams of NaOH and Na₂CO₃ to each film on the first part of liquid. The same procedure applied using the Na₂CO₃. The film image density then measured by densitometer. Result of research shows that adding NaOH and Na₂CO₃ to developer liquid can increase the acidity and density of film images. Adding NaOH resulted in the highest acidity level of 12,01 with the highest density level of 0,94, while adding Na₂CO₃ resulted in the highest acidity level of 10,49 with the highest density level of 0,93.

Keywords: *developer, density, pH (acidity), NaOH, Na₂CO₃*

ABSTRAK

Dalam radiografi tingkat kehitaman citra dikenal dengan densitas. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai pH cairan *developer* dan densitas citra dengan penambahan NaOH dan Na₂CO₃ serta akibat dari penggunaan cairan *developer* tersebut. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan melakukan penambahan cairan *developer* dengan bahan kimia NaOH atau Na₂CO₃. Penelitian ini dilakukan dengan pencucian film pada objek *stepwedge* menggunakan faktor eksposi yang sama yaitu tegangan tabung 60 kV, arus tabung dan waktu 8 mAs. Kemudian dilakukan proses pencucian film dengan cairan *developer* yang sudah lemah, untuk meningkatkan pH cairan *developer* dibuat 2 bagian untuk pengolahan dengan masing-masing penambahan 5 gram NaOH dan Na₂CO₃. Pada film pertama proses dilakukan tanpa penambahan bahan kimia, lalu pada film ke-2 sampai ke-10 dengan penambahan bahan kimia NaOH sebanyak 5 gram setiap film pada cairan bagian pertama. Hal tersebut diatas dilakukan dengan bahan kimia lainnya yaitu Na₂CO₃. Setelah itu diukur densitas citra film dengan menggunakan densitometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan NaOH dan Na₂CO₃ pada cairan *developer* dapat meningkatkan pH dan densitas citra film. Penambahan NaOH menghasilkan pH tertinggi 12,01 dengan densitas terbesar 0,94 dan pada Na₂CO₃ menghasilkan pH tertinggi 10,49 dengan densitas terbesar 0,93.

Kata Kunci: *developer, densitas, pH, NaOH, Na₂CO₃*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini akan mempengaruhi perkembangan peralatan rumah sakit yang digunakan dalam memberikan pelayanan kesehatan yang maksimal. Hasil pemeriksaan yang menunjang penegakan diagnosa dapat secara cepat diterima oleh pasien. Keberhasilan pelayanan kesehatan di rumah sakit dapat

dicapai antara lain dengan menggunakan fasilitas penunjang dalam menegakkan diagnosa yang cukup memadai, termasuk didalamnya fasilitas pelayanan radiologi.

Sejak ditemukannya sinar-X pada tanggal 8 November 1895 oleh Prof. Wilhelm Conrad Rontgen, keberadaan radiologi di suatu rumah sakit sangat penting karena radiologi merupakan salah satu bidang pelayanan

kesehatan yang dapat menunjang dalam mendiagnosa suatu penyakit. Informasi diagnosa yang diberikan oleh unit radiologi berupa gambaran radiografi.

Untuk menghasilkan gambaran yang baik atau optimal, harus melalui beberapa tahap, yaitu proses persiapan pesawat sinar-X dan peralatan yang dibutuhkan. Membuat radiograf yang dibutuhkan atau radiograf sesuai permintaan dari dokter yang bersangkutan dan terakhir tahap pengolahan film. Tahapan pengolahan film merupakan sebuah kegiatan yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran nyata yang permanen pada film yang dapat dilihat dengan mata pada kondisi umum. Tahap pengolahan terdiri dari beberapa bagian atau tahap seperti pembangkitan (*developing*), pembilasan (*washing*), penetapan (*fixer*), dan tahapan terakhir pengeringan (*drying*).

Keaktifan suatu cairan *developer* sangat berpengaruh terhadap gambaran yang dihasilkan pada film. Setelah dieksposi akan diproses pada tahap-tahap selanjutnya, yaitu proses pencucian agar dapat menghasilkan gambaran yang permanen dan dapat menegaskan diagnosa. Pada pembentukan bayangan laten hanya terjadi pada cairan *developer*, apabila semakin banyak film yang dibangkitkan atau semakin banyaknya proses pencucian yang dilakukan maka, akan terjadi perlemahan dari cairan *developer* tersebut sehingga akan mengurangi nilai densitas itu sendiri.

DASAR TEORI

Sinar-X adalah sebuah pancaran sinar berupa gelombang elektromagnetik yang mempunyai panjang gelombang sangat pendek, yaitu sebesar 10^{-8} - 10^{-12} m. Sinar-X dihasilkan dari sebuah tabung hampa udara dan memiliki daya tembus yang sangat besar terhadap benda-benda yang dilalui [1]. Dalam bidang radiologi proses terdapat tahapan pengolahan film dalam menghasilkan citra. Tahap pertama dari pengolahan film adalah pembangkitan (*developing*). *Developing* mempunyai fungsi

sebagai mereduksi ion perak menjadi perak metalik dari bayangan laten yang terdapat dalam emulsi film setelah terkena eksposi[2]. Komponen-komponen cairan *developer* antara lain *develoving agent*, yaitu *reducing agent* yang membawa fungsi utama pada suplai elektron yang mengubah butiran perak halida yang tereksposi menjadi perak[3].

Solvent (pelarut) yang digunakan adalah air. *Accelerator* berfungsi untuk mempercepat proses pembangkitan. Bahan yang biasa digunakan sebagai *accelerator* adalah Na_2CO_3 (*Natrium Carbonat*) dan NaOH (*Natrium Hidroksida*). *restrainer* adalah untuk menahan reduksi yang berlebihan, terutama terhadap kristal AgBr yang tidak terkena eksposi. *preservative* adalah untuk menangkal pengaruh O_2 karena sifat dari *reducing agent* mudah sekali teroksidasi oleh O_2 diudara [4]. *Buffers* adalah bahan kimia yang dapat menjaga nilai pH pada larutan *developer*.

Sequestering Agent adalah bahan kimia yang ditambahkan pada *developer* dimana berfungsi untuk mencegah pengendapan pada garam mineral yang tidak larut. *Hardeners* merupakan Gelatin pada emulsi film akan mengembang dan lunak saat menyerap air. Efek ini akan sangat kuat terjadi pada larutan basa seperti *developer*.

pH *developer* bersifat basa, dan rentang pH yang diatas 7 atau 7 sampai 14. Rentang pH cairan *developer* adalah 10 - 11,5. pH pada pengembang (*developer*) untuk sinar-X film adalah sekitar 10,5 tapi bisa lebih tinggi dalam larutan[5].

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Penelitian dilakukan dengan menggunakan pesawat rontgen konvensional dengan merk *Siemens*, jenisnya *Multi Mobile* dan 100 mA. Bahan kimia NaOH , Na_2CO_3 , kaset berukuran 18 x 24 cm, film berukuran 18 x 24 cm, pH meter, *stepwedge*, *developer* yang sudah tidak digunakan di rumah sakit cairan *fixer*, *rinsing*, *washing*, densitometer, *stopwatch*.

B. Prosedur Penelitian

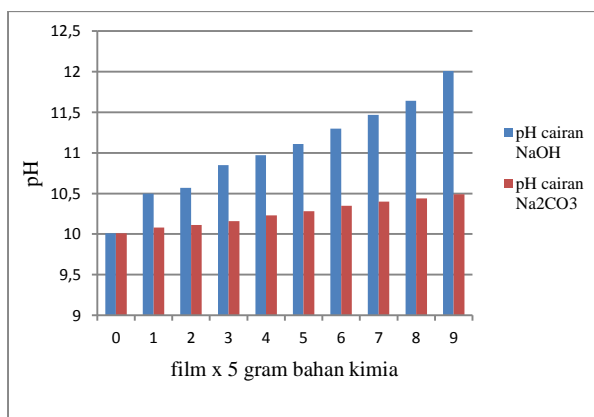
Penelitian dengan menggunakan cairan developer ini meliputi 2 tahap, Tahap pertama dengan tanpa penambahan bahan kimia. Tahap kedua dengan penambahan bahan kimia, pada penambahan kimia ini juga di bagi menjadi 2 bagian, yaitu pada bagian pertama dengan penambahan bahan kimia NaOH, pada bagian kedua dengan penambahan bahan kimia Na₂CO₃.

Penyinaran radiasi sinar-X pada objek stepwedge dengan factor eksposi tegangan tabung 60 kV, arus dan waktu tabung 8 mA. Pengolahan film dengan processing manual dengan waktu pengolahan di cairan developer selama 2 menit. Pengukuran densitas film dengan menggunakan densitometer. Data yang dihasilkan dapat dibuat kurva kenaikan pH cairan dengan penambahan antara NaOH dan Na₂CO₃ terhadap densitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk melihat pengaruh kenaikan pH cairan developer dengan penambahan antara NaOH dan Na₂CO₃ terhadap densitas citra dengan faktor eksposi tegangan tabung 60 kV, arus tabung dan waktu eksposi 8 mAs, dengan film yang digunakan berukuran 18 x 24 cm², dan waktu pembangkitan developer selama 2 menit, maka diperoleh hasil yang di tunjukkan pada pada diagram batang berikut.



Gambar 1. Pengaruh peningkatan pH cairan developer terhadap setiap penambahan 5 gram bahan kimia

Berdasarkan hasil diagram diatas menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah bahan kimia NaOH maupun Na₂CO₃ maka pH cairan akan semakin meningkat, hal ini dikarenakan pada saat pH awal diukur pH yang dihasilkan sebesar 10,01 kemudian terus meningkat dengan nilai pH yang paling tinggi pada penambahan bahan NaOH sebesar 12,01 dan pada penambahan Na₂CO₃ sebesar 10,49.

Pada penambahan bahan kimia, larutan pH semakin meningkat karena developer yang bersifat basa yang merupakan zat yang dalam air melepaskan ion OH⁻, Jumlah ion OH⁻ yang dapat dilepaskan oleh satu molekul basa disebut valensi basa[6]. Sehingga pada cairan developer yang bersifat basa ini akan meningkat pHnya akibat dari banyaknya ion OH⁻ yang lepas pada cairan developer .

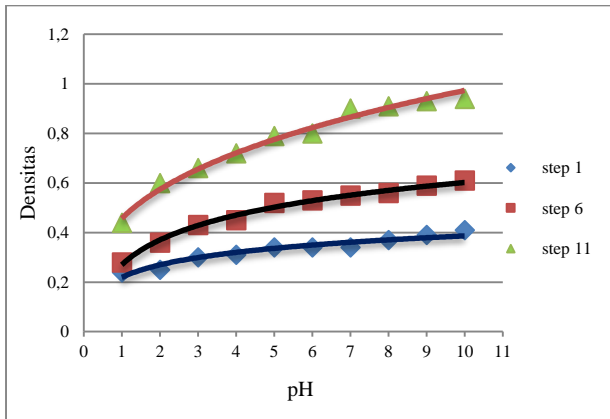
Pada penambahan larutan NaOH menghasilkan pH yang lebih tinggi daripada Na₂CO₃ karena pada NaOH merupakan basa kuat yang terionisasi sempurna dalam air menjadi ion Na⁺ dan OH⁻,



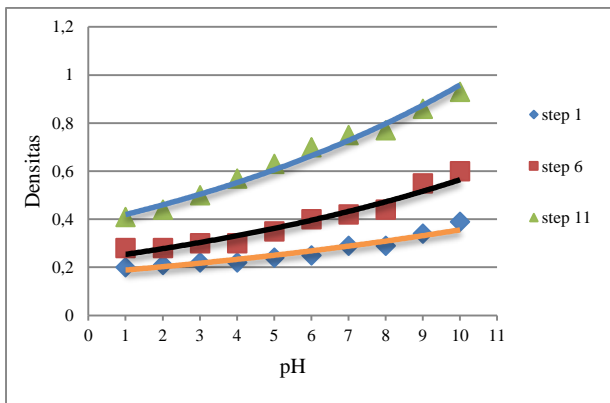
Sedangkan pada Na₂CO₃ merupakan larutan garam perpaduan antara basa kuat dan asam lemah, sehingga pH yang dihasilkan tidak sekuat seperti NaOH karena ionisasi dari basa akan terhambat akibat adanya unsur asam, dalam cairan Na₂CO₃[7].

B. Pembahasan

Setelah diperoleh hasil data dari pengukuran nilai pH dan densitas setelah penambahan 5 gram NaOH dan Na₂CO₃ per film ke dalam cairan developer, maka hasil tersebut dapat dibuat dengan kurva pengaruh kenaikan pH cairan developer dengan penambahan NaOH terhadap densitas citra. Maka kurva tersebut dengan data diambil pada step 1, step 6 dan step 11, sehingga dihasilkan kurva sebagai berikut.



Gambar 2. Kurva pengaruh kenaikan pH cairan developer dengan penambahan NaOH terhadap densitas citra



Gambar 3. Kurva pengaruh kenaikan pH cairan developer dengan penambahan Na₂CO₃ terhadap densitas citra

Dari kurva pada gambar 2 dan 3 dihasilkan grafik dari ketiga perwakilan *step*, yaitu *step* 1, 6 dan 11 baik dari kurva dengan penambahan NaOH ataupun Na₂CO₃ yang mana penulis mengambil daerah *step* awal, tengah dan akhir. Dari gambar kurva pengaruh kenaikan pH cairan developer dengan penambahan NaOH terhadap densitas citra dapat dilihat adanya peningkatan densitas mulai dari *step* 1 dan mengalami peningkatan pada *step* 6 yang merupakan bagian tengah dan *step* 11 yang memiliki yang memiliki densitas yang lebih tinggi derajat kehitamannya dari *step*-*step* sebelumnya.

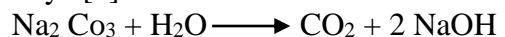
Pada gambar 2 nilai pH pada film ke 1 sebesar 10,01 dengan densitas terendah sebesar 0,24 dan densitas pada *step* 11 sebesar 0,44 dan hasil dari pH ini merupakan belum dengan penambahan NaOH yakni pengukuran

langsung sebelum penambahan NaOH dan merupakan densitas yang paling rendah.

Pada gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan NaOH dapat meningkatkan nilai pH dan nilai densitas dengan total penambahan NaOH sebesar 45 gram dengan pH 12,01 dengan nilai densitas terendah 0,41 dan tertinggi 0,94. NaOH disini berfungsi untuk menetralkan asam sebagai hasil reaksi oleh bahan developer. NaOH merupakan larutan basa kuat yang sangat mudah menarik CO₂ dari udara

Pada gambar 3, yaitu dengan penambahan Na₂CO₃ nilai pH yang dihasilkan pada film ke-1 sebesar 10,01, dengan densitas terendah sebesar 0,24 dan densitas pada *step* 11 sebesar 0,44 dan hasil dari pH ini merupakan belum dengan penambahan Na₂CO₃ yakni pengukuran langsung sebelum penambahan Na₂CO₃ dan merupakan densitas yang paling rendah.

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa penambahan Na₂CO₃ dapat meningkatkan nilai pH dan nilai densitas dengan total penambahan Na₂CO₃ sebesar 45 gram dengan pH 10,49 dengan nilai densitas terendah 0,39 dan tertinggi 0,93. Na₂CO₃ memiliki sifat yang dapat bereaksi dengan air sehingga menghasilkan NaOH sebagai cadangan, bentuk reaksinya [8].



Cairan developer semakin lama semakin melemah sehingga dapat menurunkan densitas yang dihasilkan oleh film yang mana juga disebabkan oleh penggunaan film yang digunakan dalam pemeriksaan sehari-hari dalam menegakan diagnose dan hal ini disebabkan oleh, antara lain:

- a. oksidasi.
- b. lepasnya ion-ion negatif bromida dari emulsi film.

Lepasnya ion-ion negatif bromida dari emulsi film akan menyebabkan butiran yang terekspose terlepas dan menyatu dengan ion-ion hidrogen negatif dari larutan developer sehingga akan membentuk unsur asam yaitu HBr. Asam dari larutan ini akan terkumpul atau terakumulasi di dalam developer sehingga akan

menyebabkan konsentrasi dan pH cairan menjadi turun. Kemudian selain itu sebagian *developer* akan terserap oleh emulsi dan terbawa oleh permukaan film, waktu film diangkat dari *developer*. Secara fisik jumlah *developer* akan berkurang. Dari beberapa hal tersebut menyebabkan aktivitas *developer* melemah, melemahnya tersebut disebabkan oleh tidak selektifnya dalam membedakan antara butiran-butiran perak halida yang terkena eksposi dan yang tidak terkena eksposi sehingga pembentukan bayangan laten tidak sempurna yang mengakibatkan densitas radiograf berkurang. Jika konsentrasi dan pH *developer* menurun atau mendekati 7, maka *developer* tidak memiliki kemampuan dalam mereduksi ion perak menjadi perak metalik sehingga pembentukan bayangan laten tidak bisa terjadi.

Pada penelitian ini meningkatnya pH cairan *developer* dilakukan dengan penambahan NaOH atau Na₂CO₃ yang gunanya untuk meningkatkan reaksi pembangkitan film agar membentuk bayangan laten. Di dalam *developer* juga terdapat komponen *accelerator* yang berfungsi untuk mempercepat proses pembangkitan karena menurut, jika pH terlalu rendah cairan akan beraksi lambat tapi jika pH terlalu tinggi cairan terlalu aktif dan sulit untuk dikontrol sehingga akan menghasilkan *fog* atau kabut pada gambaran.

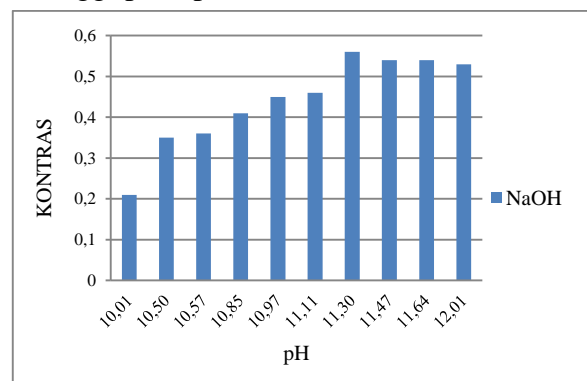
Maka di dalam penambahan NaOH maupun Na₂CO₃ akan menghasilkan densitas yang lebih tinggi jika pH dinaikkan seperti hasil yang ditampilkan gambar 2 dan 3. Hal ini disebabkan oleh waktu pencucian selama 2 menit dengan tegangan tabung, arus tabung, dan waktu eksposi yang sama, akan tetapi pH selalu naik setiap penambahan 5 gram masing-masing bahan, yakni NaOH dan Na₂CO₃. Menurut, bahwa pH yang semakin tinggi akan mempercepat proses pencucian dengan waktu pencucian yang sama selama 2 menit maka akan membuat reaksi pembangkitan semakin cepat, semakin lama film didalam cairan *developer* dengan pH yang terus meningkat maka akan semakin menaikkan nilai densitas.

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan, bahwa dari nilai densitas dapat dihitung nilai kontras dengan rumusan

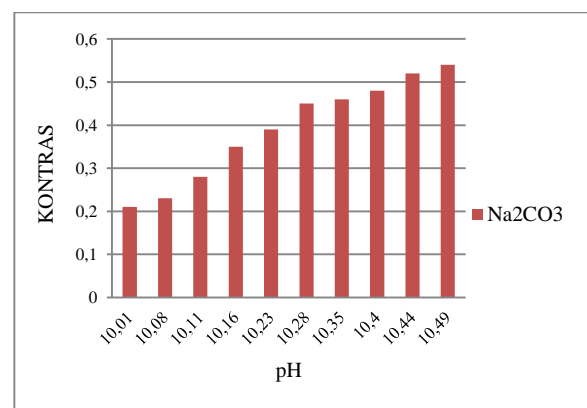
$$C = D_{max} - D_{min} \quad (4.1)$$

sehingga didapat hubungan grafik pH larutan karena antara penambahan 5 gram bahan kimia baik NaOH maupun Na₂CO₃ terhadap kontras[9].

Dari grafik gambar 4 dihasilkan kontras per film tiap penambahan bahan kimia 5 gram. Pada Na₂CO₃ menghasilkan kontras yang terus meningkat dari awal hingga pada pH tertinggi dengan kontras terendah 0,21 dan tertinggi dengan kontras 0,54. Sedangkan pada NaOH kontras tertinggi sebesar 0,56 dengan terendah 0,21. Pada Na₂CO₃ kontras citra tertinggi terletak pada pH 10,49, dan pada NaOH kontras tertinggi pada pH 11,30.



(A)



(B)

Gambar 4. (A) Kurva hubungan antara pH terhadap kontras citra dengan penambahan bahan kimia NaOH; (B) kurva hubungan antara pH terhadap kontras citra dengan penambahan bahan kimia NaOH

KESIMPULAN

Penambahan NaOH dan Na₂CO₃ pada cairan *developer* dapat meningkatkan nilai pH cairan tersebut. Larutan NaOH pada cairan *developer* menghasilkan nilai pH yang lebih besar dibandingkan dengan larutan Na₂CO₃, yaitu nilai pH tertinggi pada NaOH 12,01 dan nilai pH tertinggi pada Na₂CO₃ 10,49. Nilai pH tertinggi NaOH menghasilkan densitas terendah 0,41 dan tertinggi 0,94 dan nilai pH tertinggi Na₂CO₃ menghasilkan densitas terendah 0,39 dan tertinggi 0,93. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan bahwa kenaikan nilai pH cairan *developer* akan meningkatkan nilai densitas citra. Citra terbaik berdasarkan nilai kontras yaitu pada pH 11,30 untuk penambahan NaOH dan pH 10,49 untuk penambahan Na₂CO₃.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dwinanto, B., 2010, *Teknik Radiografi kepala*, Universitas Baiturrahmah, Padang.
- [2] Rahman, N., 2009, *Radiofotografi*, Universitas baiturrahmah, Padang.
- [3] Ball, J. dan Price, T., 1990, *Chesneys' Radiographic Imaging*, Blackwell Scientific Publication, London.
- [4] Jenkins, D., 1980, *Radiographic Photography and Imaging Processes*, MTP Press Limited Falcon House Lancaster, England.
- [5] Chesney, D.N. dan Chesney, O.M., 1981, *Radiographic Imaging*, Blackwell Scientific Publication, London.
- [6] Hendee, W.R. dan Ritenour, E.R., 2002, *Medical Imaging Physics*, Published simultaneously in Canada, New York.
- [7] Veldkamp, J.H.W., Kroft, J.M., Lucia. dan Geleijns, J., 2009, *Dose and Perceived Image Quality In Chest Radiography*, European Journal of Radiology 72, 209–217.
- [8] Lunar, L., Sicilia, D., Rubio, S., Nickel, U., Rez-Bendito, Dolores, P., 1999, *Degradation Of Photographic Developers By Feton's Reagent : Condition Optimazion and Kinetics for Metol*

Oxidation, Wat. Res, Vol. 34, No. 6, pp. 1791-1802.

- [9] Bushong, S.C., 1988, *Radiologic Science for Technologist*, Fourt Edition, The CV Mosby Company, Amerika