

STUDI RADIOGRAFI MAKRO DENGAN VARIASI JARAK SUMBER SINAR-BAYANGAN (SID) DAN UKURAN FOKUS TERHADAP PEMBESARAN BAYANGAN

Nanang Suriansyah¹⁾, Evi Setyawati²⁾, K.Sofjan Firdausi²⁾

¹⁾ Instalasi Radiologi RSUD Dr. Agoesdjam Ketapang Kalimantan Barat

²⁾ Laboratorium Fisika Atom & Nuklir, Jurusan Fisika FMIPA UNDIP

ABSTRACT

The dependence of radiograph magnification (M) on the ratio focal spot size to object (f/d) has been studied. The object shape like a coin made from iron which different diameter and variation focal spot size have been used. The experiment condition were set up at the distance of the object to the film of 0 cm (object stick the film) and 45 cm, with the tube voltage of 50 kV, tube's current of 100 mA, and time of 0.04 s. The results show that the increasing of (f/d) leads to the increasing of (M) when the distance of the object to the film is more than 0 ($b > 0$).

Keyword: focal spot, SID, magnification radiograph

PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan IPTEK semakin pesat termasuk dalam bidang kedokteran. Sejalan dengan itu tingkat kesadaran masyarakat akan pentingnya kesehatan juga semakin tinggi. Akibatnya tuntutan akan pelayanan kesehatan yang baik juga meningkat. Penggunaan sinar-X untuk diagnosis di laboratorium radiologi didasarkan pada hasil rekaman pada film sinar-X. Dari tampilan film sinar-X itu dokter dapat mendiagnosis suatu kelainan dalam tubuh pasien. dalam mendiagnosis suatu penyakit, diperlukan suatu radiograf yang berkualitas, akan tetapi tetap memperhatikan proteksi radiasi Karena keterbatasan mata kita, maka bagian terkecil dari suatu radiograf akan tidak terlihat, untuk itu kita butuh gambaran yang lebih besar dari aslinya, sehingga struktur organ yang terkecil dapat terlihat. Gambaran tersebut akan kita peroleh dengan mengubah jarak sumber sinar dan bayangan (*Source Image Distance = SID*) pada saat pemeriksaan radiografi berlangsung. Teknik radiografi ini sering disebut dengan *Radiologi makro*. Salah satu kelebihan dari radiologi makro adalah untuk memperlihatkan struktur organ yang sekecil-kecilnya, hal ini sesuai dengan

salah satu prinsip radiografi makro, yaitu detail yang kecil menjadi lebih besar [1].

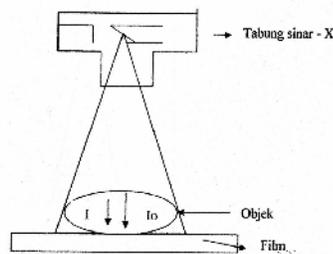
Dari pengalaman yang diperoleh di lapangan pemeriksaan radiografi makro ini sering dilakukan dengan mengubah jarak, baik jarak sumber sinar dan bayangan (*SID*), jarak sumber sinar dan objek (*Source Object Distance = SOD*), maupun jarak objek dan bayangan (*Object Image Distance = OID*). Radiografi makro dapat dilakukan dengan dua cara, yang pertama yaitu dengan mengubah jarak sumber sinar dan bayangan (*SID*) dengan jarak sumber sinar dan objek (*SOD*) tetap. Yang kedua dengan mengubah jarak sumber sinar dan objek (*SOD*) dengan jarak sumber sinar dan bayangan (*SID*) tetap. Namun dilapangan radiografi makro sering dilakukan dengan mengubah ketiga komponen jarak tersebut. Hal ini tentu saja kurang praktis dan akan menyulitkan dalam memperhitungkan pembesaran bayangan yang dihasilkan [2]. Di sisi lain, dengan adanya fokus yang secara riil tidak berupa titik, hal ini akan menimbulkan *ketidaktajaman geometri* yang akan berpengaruh terhadap pembesaran bayangan (*magnifikasi*). Dengan menggunakan ukuran fokus besar, jarak sumber sinar dan bayangan (*SID*) kecil,

jarak sumber sinar dan objek (SOD) kecil, dan jarak objek dan bayangan (OID) besar, seperti yang terjadi dilapangan maka akan menyebabkan ketidaktajaman geometri yang besar, dimana akan menghasilkan pembesaran bayangan dengan radiograf yang kurang tajam. Untuk menghasilkan radiograf yang tajam dengan pembesaran bayangan yang optimal, dilakukan dengan cara merubah jarak sumber sinar dan bayangan (SID) dengan jarak sumber sinar dan objek (SOD) tetap. Jika ukuran fokus efektif berupa titik, perhitungan pembesaran bayangan diatas adalah benar, tetapi pada keadaan sebenarnya ukuran fokus memiliki ukuran-ukuran yang tidak berupa sebuah titik. Untuk keadaan seperti ini ukuran fokus efektif dan ukuran objek perlu diperhatikan dalam perhitungan pembesaran bayangan atau magnifikasi [2]. Dalam pembuatan radiograf pada umumnya jarak sumber sinar bayangan dan ukuran fokus berpengaruh terhadap pembesaran bayangan merupakan suatu yang perlu dicermati.

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh faktor variasi SID dan ukuran fokus terhadap pembesaran bayangan radiograf.

Prinsip Dasar Penggambaran Sinar-X

Secara sederhana prinsip penggambaran sinar-X adalah melewati penyerapan suatu bagian dari berkas sinar-X tersebut. Sedangkan berkas yang diteruskan akan jatuh pada Image Receptor, seperti film sinar-X (lihat gambar 1). Kemudian film harus diproses secara kimiawi sebelum akhirnya dapat dibaca [3].

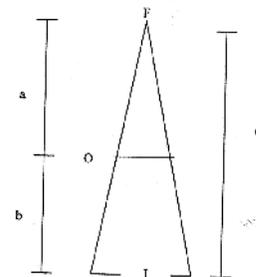


Gambar 1. Prinsip penggambaran sinar-X.

Prinsip Dasar Radiografi makro

Radiografi makro berasal dari kata *macro* dan *radiography*. *Macro* berarti bentuk kombinasi yang besar atau ukuran panjang yang abnormal. Sedangkan *radiography* berarti membuat film rekama (radiograf) jaringan-jaringan tubuh bagian dalam dengan melewati sinar-X atau sinar gamma melewati tubuh agar mencetak gambar pada film yang sensitif [2]. Radiografi makro sering juga disebut dengan *Magnifikasi radiography*, yang berasal dari kata *magnification* dan *radiography*. *Magnification* adalah proses membuat sesuatu sehingga nampak lebih besar serta dengan menggunakan lensa atau rasio antara ukuran yang nampak (bayangan) dengan ukuran yang sebenarnya [2]. Pengertian radiografi makro adalah suatu metode pembesaran secara langsung dari pencitraan dengan meletakkan subjek diantara tabung sinar-X dan film sejauh jarak tertentu yang kemudian menghasilkan pembesaran bayangan (*magnifikasi*). Untuk memperoleh radiografi makro dilakukan dengan cara :

SOD tetap, SID berubah SID tetap, SOD berubah (lihat gambar 2)



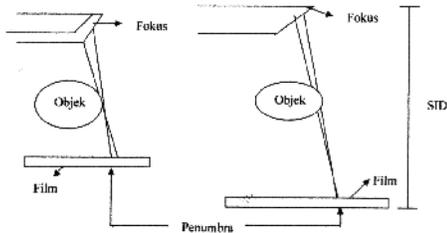
Gambar 2. Pengukuran jarak pada pemeriksaan radiografi makro dengan

F : Fokus , a : SOD , O : Objek , b : OID , I : Image C : SID .

Pengaruh terhadap ketidaktajaman geometri

Ketidaktajaman geometri adalah ketidaktajaman akibat adanya penumbra yang disebabkan oleh faktor geometri. Pada saat objek diletakkan secara langsung pada film, ketidaktajaman menjadi kecil.

Ketidaktajaman tinggi yang didapatkan sebanding dengan jarak sumber sinar dan bayangan (*SID*) dan jarak sumber sinar-objek (*SOD*) yang bertambah, karena penumbra pada radiograf dapat diperkecil (lihat gambar 3), penumbra tersebut berkurang pada *SID* dan *SOD* yang besar

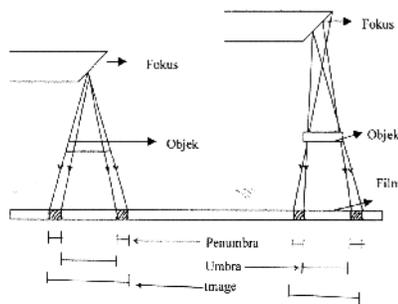


Gambar 3. *SID* dan *SOD* yang bertambah menyebabkan penumbra yang kecil [1].

Pada suatu radiograf terdapat kekaburan suatu detail yang meluas sampai daerah tertentu dinamakan ketidaktajaman, ketidaktajaman geometri akan meningkat disertai dengan bertambahnya panjang *focal spot efektif*, berkurangnya jarak dari fokus ke film, serta bertambahnya jarak dari objek ke film, ketidaktajaman geometri akan semakin besar jika *focal spot efektif* semakin besar, jarak fokus ke film semakin kecil serta jarak objek ke film semakin besar

Pengaruh terhadap pembesaran bayangan (magnifikasi)

Secara umum *SID* dan *SOD* yang bertambah harus digunakan untuk meminimalkan magnifikasi (lihat gambar 4)



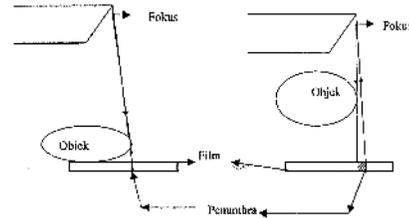
Gambar 4. Magnifikasi pada penambahan *SID* dan *SOD* [1].

OID (Objek Image Distance)

Jarak antara objek dan bayangan (*OID*) merupakan faktor penting dalam pengaturan ketajaman radiograf. Ketika objek diletakkan langsung diatas film, maka ketajaman radiograf akan optimal. Oleh karena itu diusahakan untuk meminimalkan (*OID*) pada semua prosedur pemeriksaan radiograf normal [1].

Pengaruh terhadap ketajaman geometri

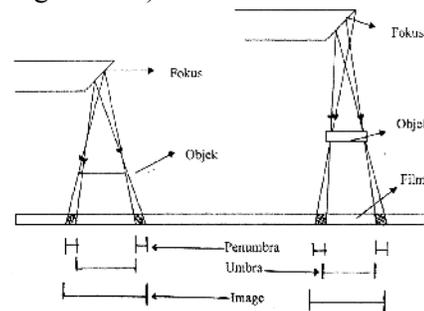
Pada saat *OID* bertambah (lihat gambar 5) ketajaman tidak sebesar ketika objek dekat dengan film, lebih besar *OID*, maka akan lebih besar penumbra yang dihasilkan, sehingga akan lebih besar ketidaktajamannya.



Gambar 5. *OID* yang bertambah menyebabkan penumbra yang besar [1].

Pengaruh terhadap pembesaran bayangan (magnifikasi)

Pada saat objek dekat dengan film, magnifikasi akan minimal, dengan *SID* besar atau kecil. Radiograf akan selalu dimagnifikasi ketika *OID* bertambah (lihat gambar 6).



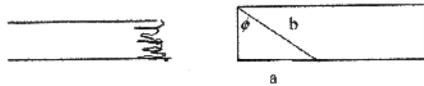
Gambar 6. Magnifikasi pada penambahan *OID* [1].

Ukuran Fokus

Menurut Meredith dan Messey [4] sinar-X berasal dari suatu bidang yang

berukuran kecil pada target. Bidang ini disebut dengan *focal spot*. Dengan adanya permukaan target yang miring ini akan sangat menguntungkan, kerana akan dapat mengurangi ukuran focal spot (disebut juga dengan fokus atau sumber sinar). Pada gambar 7, terlihat bahwa garis *a* mencerminkan fokus efektif / nyata (*effective focus*), yang merupakan proyeksi dari garis, *b* (*actual focus*). Hubungan antara *a* dan *b* dipenuhi oleh persamaan

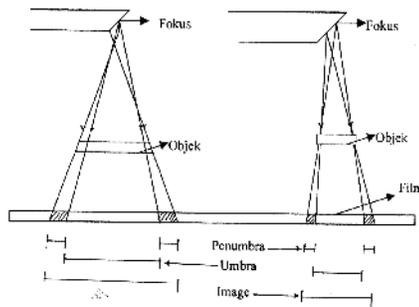
$$a = b \sin \phi \quad (1)$$



Gambar 7. *Effective focus* dan *actual focus* dengan *a* adalah *effective focus*, *b* *actual focus*, dan ϕ sudut inklinasi [4].

Pengaruh terhadap ketidaktajaman geometri

Pertambahan ukuran fokus mengurangi ketajaman radiograf karena penumbra pada radiograf akan membesar (lihat gambar 8). Dengan penumbra yang besar, radiograf yang dihasilkan kabur.



Gambar 8. Ukuran fokus yang bertambah menyebabkan penumbra yang besar [1].

Pembesaran Bayangan (Magnifikasi)

Magnifikasi didefinisikan sebagai perbandingan ukuran gambar terhadap ukuran objek, dengan gambar yang dihasilkan adalah sama atau lebih besar dari ukuran objek aslinya[2].

$$M = \frac{I}{o} \quad (2)$$

dengan *M* magnifikasi, *I* ukuran gambar, dan *O* ukuran objek. Menurut Carrol [1] rasio magnifikasi dapat dirumuskan dengan:

$$M = \frac{SID}{SID - OID} \quad (3)$$

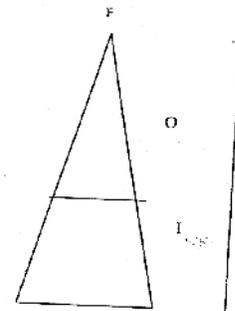
Radiografi makro akan menghasilkan *true magnifikasi* (*M*) atau disebut juga magnifikasi total dan magnifikasi geometri (*m*) atau disebut juga magnifikasi normal [2].

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap magnifikasi

Persamaan (3) juga dapat dapat ditulis dalam bentuk [2]:

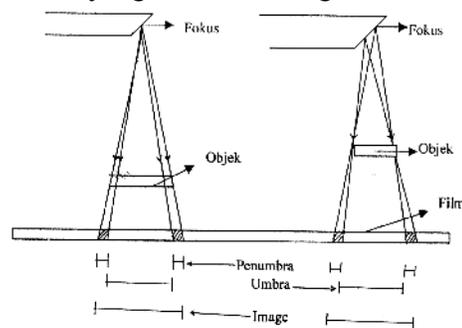
$$M = m = \frac{o+i}{o} \quad (4)$$

dengan *M* adalah *true magnification*, *m* magnifikasi geometri, *o* jarak sumber sinar ke objek (*SOD*), dan *i* jarak objek ke bayangan (*OID*). Skema sederhana dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Bayangan yang telah mengalami magnifikasi yang dihasilkan oleh sebuah fokus yang berupa titik (Curry, 1984) [2].

Gambar 10 menunjukkan skema *OID* dan *SID* yang sama-sama digandakan.



Gambar 10. *OID* dan *SID* yang digandakan menyebabkan magnifikasi dan penumbra yang sama besar [1].

Perbandingan antara *OID* dan *SID* akan tetap sama. Faktor magnifikasi yang terjadi adalah satu dan tidak ada perubahan pada penumbra dan magnifikasi. Nilai *OID* besar sering dipakai dalam prosedur khusus yang sengaja memperbesar detail-detail kecil pada radiograf. Dengan pemakaian ukuran fokus yang sangat kecil, ketajaman akan tetap baik sepanjang magnifikasi dibuat dengan memperbesar *OID*. Teknik magnifikasi seharusnya tidak digunakan pada saat ukuran fokus yang besar, karena akan menyebabkan ketajaman pada radiograf berkurang [1].

METODE PENELITIAN

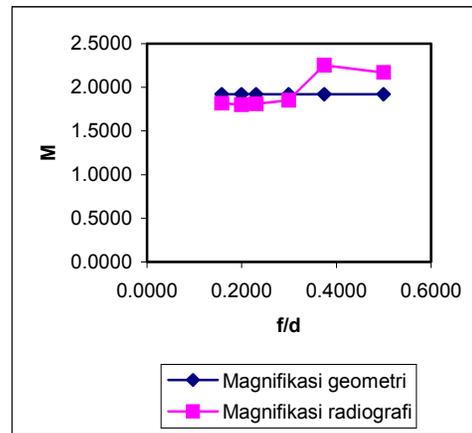
Bahan atau benda yang digunakan sebagai objek adalah koin logam dengan ukuran diameter yang bervariasi yakni 0,6 cm, 1 cm, 1,2 cm, 2 cm, dan 5 cm. Sedangkan variasi (*SID*) 49 cm, 50 cm, 53 cm, 55 cm, 58 cm, 68 cm, 70 cm, 73 cm, 75 cm, 77 cm dan 80 cm. Peralatan lain yang digunakan dalam pembuatan radiograf adalah antara lain kaset film berukuran (24×30 cm²) dan (18×24 cm²), serta gabus dengan ketinggian 45 cm, dengan tegangan tabung 50 kV arus tabung 100 mA dan waktu 0,04 s.

HASIL DAN PEMBAHASAN

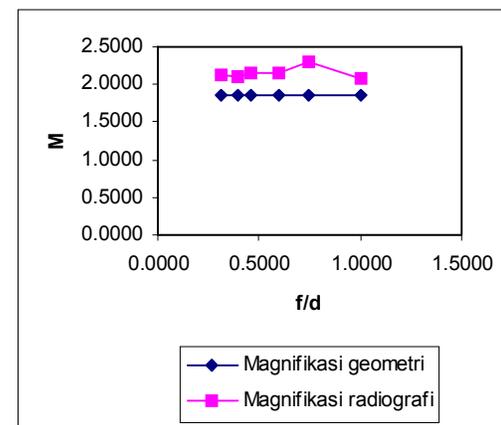
Magnifikasi dari penelitian ini diperoleh dengan dua cara yaitu melalui perhitungan dan eksperimen. Sedangkan magnifikasi melalui eksperimen diperoleh dengan membandingkan diameter radiograf dan diameter obyek. Di sini tidak ditampilkan hasil magnifikasi untuk jarak obyek ke film sama dengan nol, karena tidak menghasilkan magnifikasi.

Magnifikasi dengan jarak obyek ke film 45 cm

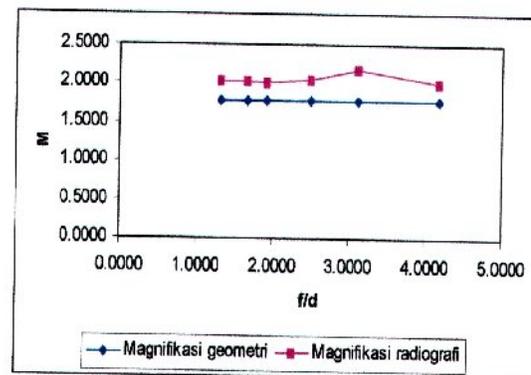
Grafik magnifikasi sebagai fungsi dari perbandingan ukuran focal spot efektif terhadap obyek (*f/d*) untuk lima ukuran focal spot efektif 0,6 cm, 2 cm, dan 5 cm, serta jarak obyek ke film 45 cm ditunjukkan pada gambar 11, 12, dan 13.



Gambar 11. Magnifikasi Radiograf sebagai fungsi perbandingan ukuran focal spot efektif terhadap objek (*f/d*), jarak focal spot objek 49 dan ukuran focal spot efektif 0,6 cm



Gambar 12. Magnifikasi Radiograf sebagai fungsi perbandingan ukuran focal spot efektif terhadap objek (*f/d*), jarak focal spot objek 55, dan ukuran focal spot efektif 2 cm



Gambar 13. Magnifikasi Radiograf sebagai fungsi perbandingan ukuran focal spot efektif terhadap objek (*f/d*), dengan jarak focal spot objek 58 dan ukuran focal spot efektif 5 cm

Hasil perhitungan memberikan nilai magnifikasi geometri (m) dan magnifikasi radiograf (M) yang tidak sama. Peningkatan nilai perbandingan ukuran focal spot efektif dan obyek menyebabkan bertambahnya nilai magnifikasi radiograf, hal ini dapat dilihat pada gambar 11. Ketika ukuran *focal spot* efektif diubah dengan menggunakan ukuran 1 cm pada kondisi yang sama mengakibatkan bertambahnya nilai perbandingan ukuran *focal spot* efektif dan obyek disertai dengan meningkatnya nilai magnifikasi radiograf, ada nilai simpangan magnifikasi radiograf di bawah nilai magnifikasi geometrik seperti terlihat pada gambar 11 dan 12 hal ini disebabkan oleh pengaruh jarak sumber sinar bayangan (*SID*) dengan jarak sumber sinar objek (*SOD*) begitu dekat dan ukuran focal spot efektif yang digunakan.

Hasil pengukuran magnifikasi radiograf menunjukkan kecenderungan yang hampir sama pada tiap-tiap ukuran fokal spot, perbedaan nilai antara hasil perhitungan dengan hasil pengukuran, hal ini disebabkan karena adanya pengaruh faktor magnifikasi geometri dan magnifikasi radiograf.

KESIMPULAN

Dari pembahasan di atas bisa disimpulkan bahwa yang menyebabkan terjadinya magnifikasi adalah faktor geometri, dalam hal ini adalah jarak obyek ke film. Hal ini terbukti ketika jarak obyek ke film sama dengan 0, bertambahnya nilai perbandingan ukuran focal spot efektif dan obyek tidak menyebabkan bertambahnya nilai magnifikasi radiograf, tetapi ketika jarak obyek ke film tidak sama dengan 0, bertambahnya nilai perbandingan ukuran *focal spot* efektif dan obyek menyebabkan bertambahnya nilai magnifikasi radiograf.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Carrol, QB, 1985, "Principle of Radiographic Exposure Processing and Quality Control, Third Edition, Charles C, Thomas Publisher, USA.
- [2] Curry III, Thomas S., 1984, "Christensens Introduction to The Physics of Diagnostic Radiology" Third Edition, Lea and Eigher Philadelphia.
- [3] Cember, H., 1983, "Pengantar Fisika Kesehatan" (diterjemahkan oleh Achmad Toekiman), IKIP Press, Semarang.
- [4] Meredith, W.J. and Massey, J.B., 1977, "Fundamental Physics of Radiology" Third Edition, John Wright and Sons LTD Bristol.