

Optimalisasi Citra *Axial Sequence T2 Gradient Echo* Dengan Variasi *Bandwidth* Dan *Time Echo* Pada MRI *Shoulder* Untuk Mengurangi *Susceptibility Artifacts* Dan *Chemical Shift*

Akhmad Muzamil ^{1*}, Nur Vita Indri ², Suryani Dyah Astuti ², Tri Anggono Prijo ²

Intisari

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Bandwidth* (BW) dan Time Echo (TE) pada MRI *Shoulder* serta mengetahui nilai variasi *Bandwidth* dan Time Echo yang optimal untuk mengurangi *Susceptibility Artifacts* dan *Chemical Shift*. Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Umum Haji Surabaya dengan menggunakan Pesawat MRI 1,5 Tesla. Penelitian ini menggunakan variasi *Bandwidth* 170 Hz/Px, 190 Hz/Px dan 210 Hz/Px serta menggunakan variasi TE 16 ms dan 20 ms pada pembobotan T2 *Medic* potongan axial terhadap 4 pasien. Analisa data dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan metode *Region of Interest* (ROI) pada komputer MRI kemudian dilakukan analisis *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast to Noise Ratio* (CNR) serta analisis terhadap *Susceptibility Artifacts* dan *Chemical Shift*. Variasi Time Echo dan *bandwidth* berpengaruh signifikan terhadap nilai SNR dan CNR pada hasil citra T2 *Axial Gradient Echo* MRI *Shoulder*. Pengaruh kedua variasi tersebut adalah semakin kecil nilai TE dan BW didapatkan SNR yang meningkat. Jika TE diperbesar maka didapatkan CNR yang meningkat. Kualitas citra optimal yang dapat menghasilkan keadaan patologis ditentukan dengan meningkatnya nilai CNR dan nilai artefak yang menurun. Sehingga pada penelitian ini kombinasi antara 2 variabel tersebut dapat menentukan citra optimal pada TE 20ms dan BW 210 Hz/Px.

Keywords: *Bandwidth*, TE, T2 *Medic*, MRI *Shoulder*

Pendahuluan

Radiodiagnostik merupakan cabang radiologi yang bertujuan untuk mendiagnosis adanya suatu kelainan (patologi) dalam tubuh pasien. Alat-alat radiodiagnostik yang digunakan antara lain X-Ray, CT-Scan, dan MRI. X-Ray dan CT-Scan menggunakan radiasi sinar-X dalam mendiagnosis suatu

kelainan dalam tubuh pasien sehingga memungkinkan adanya radiasi ionisasi pada jaringan yang sehat. *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) merupakan alat radiodiagnostik yang berfungsi untuk menghasilkan rekaman potongan gambar penampang tubuh manusia dengan menerapkan prinsip resonansi magnetik proton atom hidrogen dengan medan magnet eksternal dan frekuensi radio (RF). Pemanfaatan medan magnet dan gelombang radio frekuensi untuk menghasilkan suatu gambar lebih aman digunakan karena tidak menggunakan sinar-X yang menyebabkan radiasi ionisasi yang berbahaya [1]

MRI mempunyai kelebihan di antaranya ialah memberikan gambaran jaringan lunak yang sangat jelas dibandingkan dengan alat penegakan diagnosa lainnya dan dapat membuat potongan koronal, sagital, aksial dan oblik, sehingga anatomi

Afiliasi Penulis

1 | Pasca Sarjana TeknoBiomedik, Universitas Airlangga.

2 | Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

Korespondensi kepada

A. Muzamil
muzamilakhmad@gmail.com

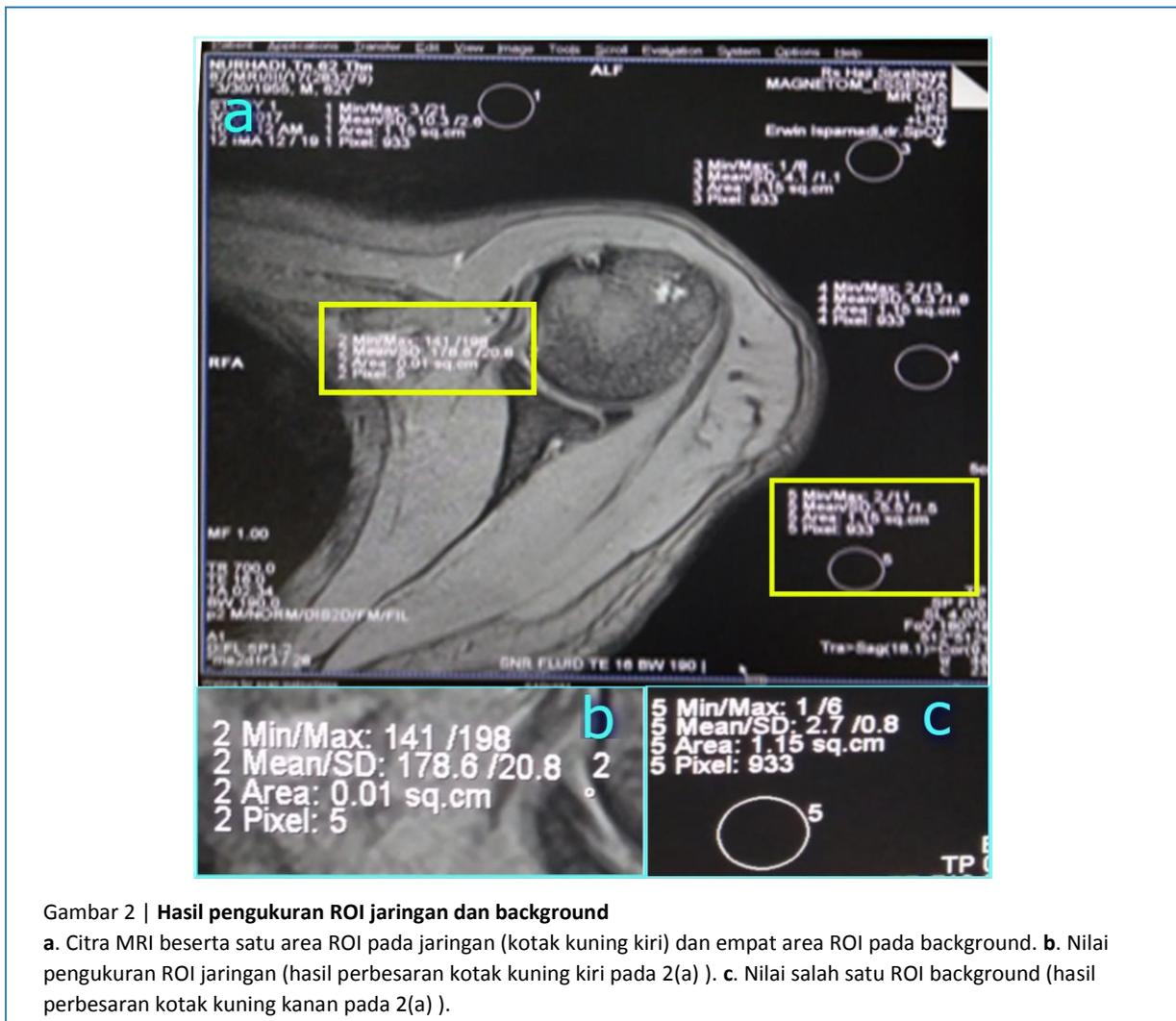
Teknik ROI digunakan para peneliti dalam pengambilan sinyal pada suatu daerah yang mendapatkan perhatian khusus sehingga area tersebut dapat mewakili jaringan yang ada (Russel A. Poldrack, 2007). Syarat melakukan ROI adalah dengan mengambil suatu daerah dengan luas penampang dengan standar deviasi yang sekecil mungkin. Daerah yang di-ROI harus mempunyai intensitas yang homogen [6].

Analisis data terbagi atas analisis non-statistik dan analisis statistik. Analisis non-statistik digunakan pada data kualitatif yaitu data yang tersusun bukan berdasarkan angka. Analisis non-statistik ini biasanya diolah dan dianalisis berdasarkan subtansinya. Analisis statistik menggunakan data kuantitatif yaitu data yang berupa angka kemudian dilakukan uji statistik dengan menggunakan program SPSS.

ROI pada jaringan dilakukan dengan membuat area untuk mengetahui besar nilai *mean* pada satu gambar yang dipilih (Gambar 2 (a)). *Mean* tersebut menunjukkan besar sinyal (S) pada jaringan yang akan dianalisis untuk mengetahui nilai SNR dan CNR.

ROI pada *background* dilakukan dengan membuat area diluar jaringan, area tersebut dibuat lebih besar dari ROI jaringan, ROI background dipilih besar nilai *standard deviation* (SD) nya (Gambar 2(B)). Pengambilan ukuran lingkaran yang besar dikarenakan area *background* memiliki area yang cukup besar sehingga besar sinyalnya dapat mewakili area yang lain. *Background* tersebut merupakan *noise* (N) yang akan dianalisis secara kuantitatif untuk mendapatkan SNR dan CNR.

ROI pada artefak dilakukan pada gambar yang memunculkan artefak. Artefak pada jaringan



Gambar 2 | Hasil pengukuran ROI jaringan dan background

a. Citra MRI beserta satu area ROI pada jaringan (kotak kuning kiri) dan empat area ROI pada background. b. Nilai pengukuran ROI jaringan (hasil perbesaran kotak kuning kiri pada 2(a)). c. Nilai salah satu ROI background (hasil perbesaran kotak kuning kanan pada 2(a)).

terjadi karena tidak cukup waktu bagi jaringan pada saat pencatatan sinyal. Artefak terjadi karena banyak hal seperti kesalahan pada saat pasien bergerak, ataupun kesalahan bagi radiografer pada saat *screening* pasien, sehingga terdapat benda logam yang menempel pada tubuh pasien.

Berdasarkan Gambar 2 didapatkan nilai Min/Max, Area dan Pixel. Nilai Min/Max merupakan besar intensitas sinyal dari nilai *grayscale* yang di angkakan oleh komputer dari terendah (minimum) sampai tertinggi (maksimum). Area merupakan luas daerah ROI pada jaringan yang akan diidentifikasi dengan satuan sq.cm. Pixel merupakan banyaknya jumlah pixel, pada gambar tersebut didapatkan jumlah pixel sebanyak 933.

Analisis secara kuantitatif pada suatu gambar dengan variasi TE dan BW dilakukan dengan teknik ROI pada setiap jaringan dan *background* yang akan dianalisis besar nilai sinyal (S) dan *noise* (N).

$$\text{Signal to Noise} = \frac{1}{\sqrt{BW}}$$

$$SNR = \frac{\text{Signal (S)}}{\text{Noise (N)}}$$

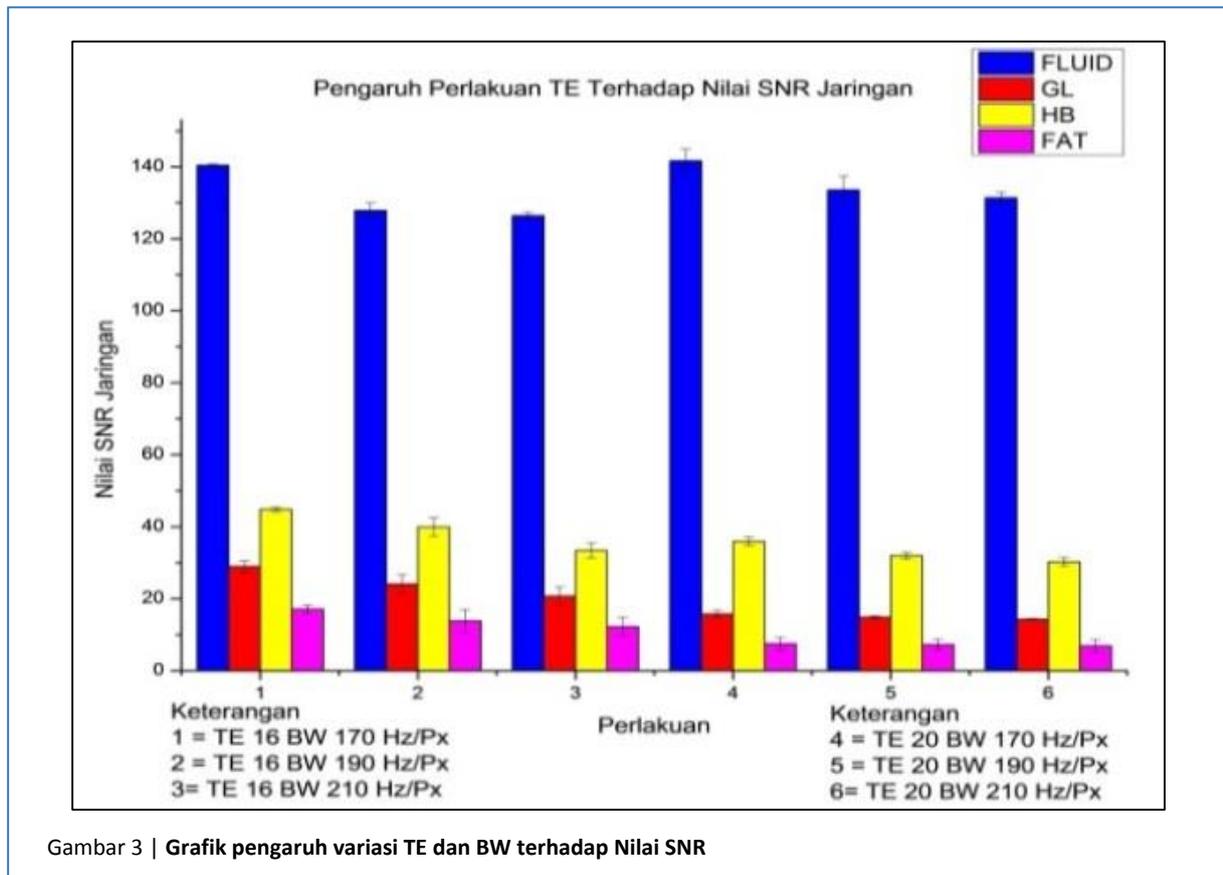
$$CNR = SNR(2) - SNR(1)$$

Hasil & Pembahasan

Telah diperoleh 1 citra yang terbaik dari 19 citra dengan kombinasi variasi TE dan BW, kemudian dilakukan analisis SNR dan CNR dengan mengambil nilai *mean* yang merupakan sinyal dari jaringan *Humeral Bone, Glenoid Labrum, Fluid, Fat* dan dilakukan pengambilan nilai SD yang merupakan *noise* terhadap *background*. Jaringan dan *background* dianalisis besarnya sinyal dengan teknik *Region of Interest (ROI)*.

Analisis Signal to Noise Ratio (SNR)

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin besar nilai TE dan BW maka nilai SNR turun pada setiap jaringan yaitu *fluid, Glenoid Labrum (GL), Humeral Bone (HB), dan Fat*. Dari hasil data dan penelitian menunjukkan bahwa pengaruh variasi TE dan BW terhadap nilai SNR tidak stabil atau linier karena setiap variasi yang diberikan menghasilkan SNR tertentu. Pengaruh kedua variasi tersebut menghasilkan perubahan nilai SNR, hal ini dipengaruhi oleh struktur molekul atom hidrogen pada setiap jaringan, jika pada jaringan tersebut mempunyai atom hidrogen yang banyak maka



Gambar 3 | Grafik pengaruh variasi TE dan BW terhadap Nilai SNR

jaringan tersebut mempunyai SNR yang tinggi. Faktor usia juga mempengaruhi hasil citra MRI karena komposisi atom hidrogen yang mulai berkurang pada setiap jaringan sehingga hasil SNR didapatkan rendah karena kurangnya atom hidrogen pada suatu jaringan.

Analisis Contrast to Noise Ratio (CNR)

Dari Gambar 4 terlihat bahwa semakin besar nilai TE dan BW, nilai CNR tiap 2 jaringan yang berdekatan menunjukkan penurunan. Jika TE diperbesar maka didapatkan CNR yang tinggi. Tetapi kenaikan nilai BW maka CNR mengalami penurunan.

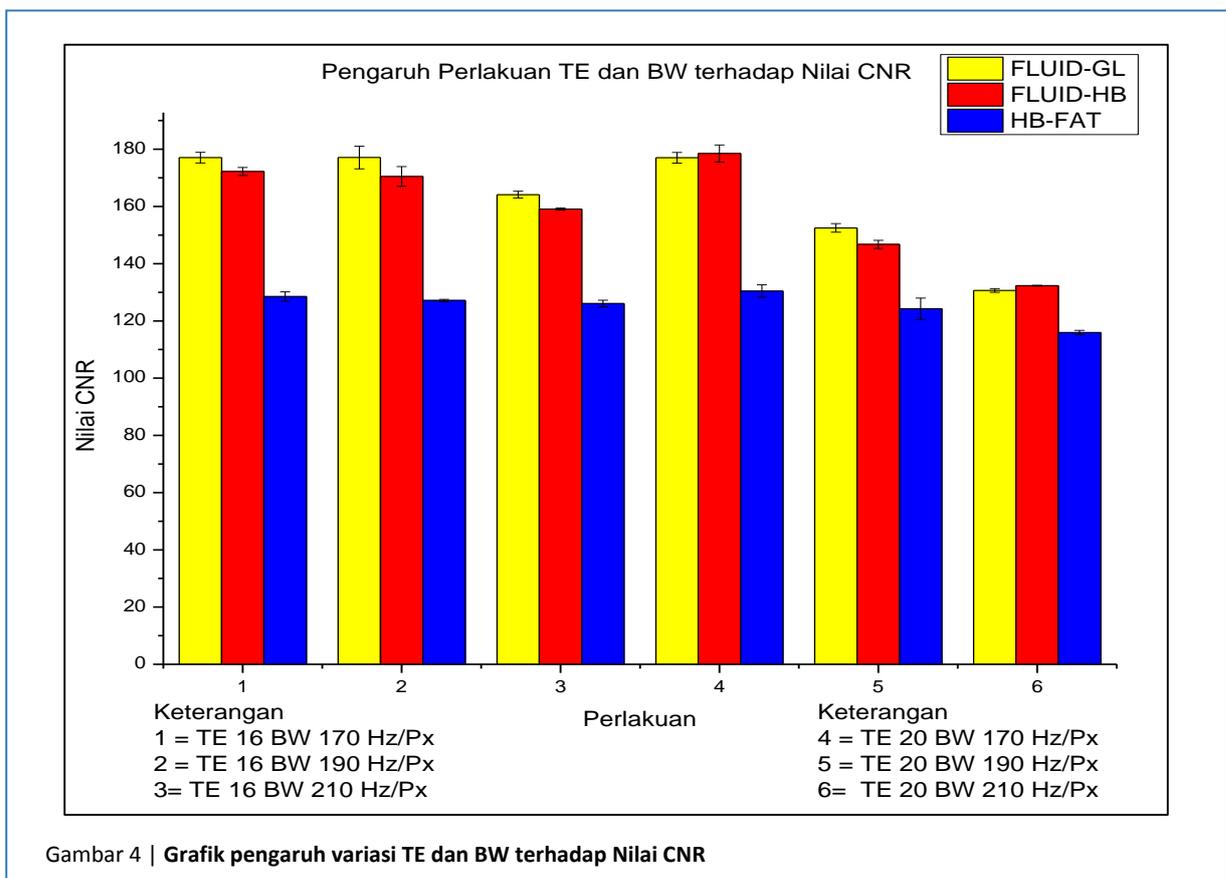
Dari hasil data penelitian menunjukkan bahwa pengaruh variasi TE dan BW memberikan hasil yang linier terhadap nilai CNR. Pada jaringan tertentu dibutuhkan kontras yang tinggi untuk membedakan adanya patologis dengan jaringan disekelilingnya. Pada penelitian ini menjadi fokus utama adalah 2 jaringan yaitu *Fluid* dan *Glenoid Labrum (GL)*, kedua jaringan tersebut terletak berdekatan sehingga dapat dihitung perbedaan kontrasnya, kebanyakan patologis didaerah bahu

yang sering menjadi indikasi pemeriksaan MRI *Shoulder* terletak pada area GL. Pada kedua jaringan tersebut memiliki densitas yang berbeda, GL memiliki densitas proton yang kecil sehingga kurang rentan terhadap resonansi radio frekuensi sehingga memberikan signal yang rendah (*hypointense*). Sedangkan *fluid* peka terhadap resonansi radio frekuensi sehingga memberikan kontribusi besar pada citra (*hyperintense*). Perbandingan dari kedua jaringan tersebut dapat digunakan untuk patokan pengambilan nilai CNR yang optimal.

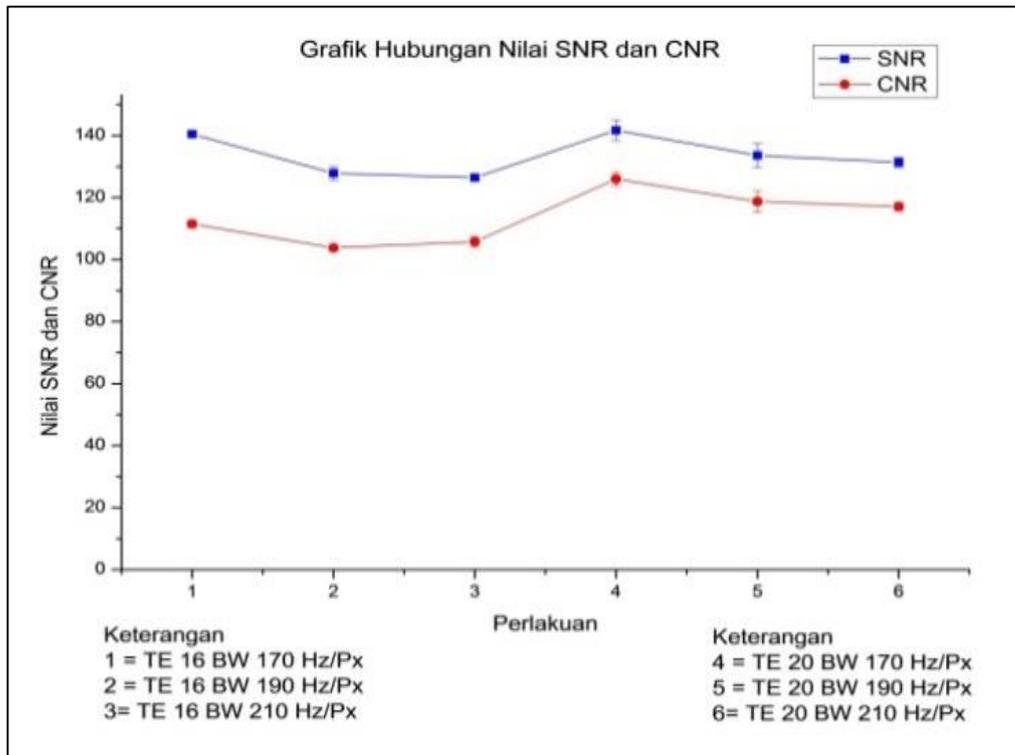
Hubungan Pengaruh Variasi TE dan BW terhadap Nilai SNR dan CNR

Berdasarkan nilai yang telah didapatkan dari hasil perhitungan secara kuantitatif dapat diketahui hubungan antara SNR dan CNR terhadap kedua variasi yang diberikan. Hubungan SNR dan CNR ditunjukkan pada Gambar 5.

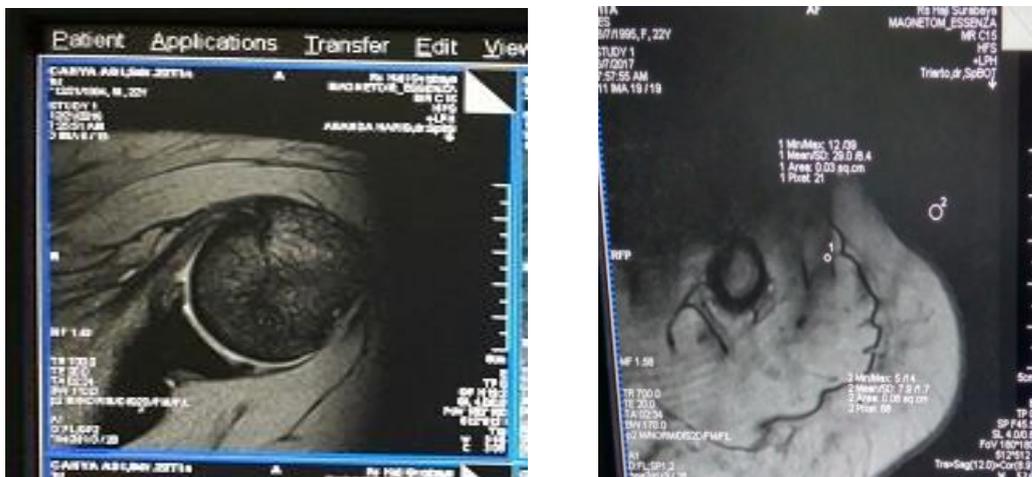
Pada grafik diatas terdapat perbedaan hasil antara SNR dan CNR akibat adanya perubahan TE, dimana TE kecil akan menghasilkan SNR yang tinggi begitu sebaliknya, tetapi ketika TE semakin besar



Gambar 4 | Grafik pengaruh variasi TE dan BW terhadap Nilai CNR



Gambar 5 | Grafik hubungan nilai SNR dan CNR



Gambar 6 | Pengaruh benda magnetik pada suatu citra

maka CNR semakin meningkat. Berbeda dengan *bandwidth* jika *bandwidth* semakin besar maka SNR semakin tinggi, jika nilai *bandwidth* diperbesar maka CNR sementara jika BW semakin besar maka CNR akan semakin menurun. Tetapi pada penelitian ini, tidak dapat dipisahkan antara variasi TE dan BW yang menghasilkan suatu nilai SNR

maupun CNR. Sehingga pada penelitian ini dilihat pengaruh antara kombinasi variabel TE dan BW.

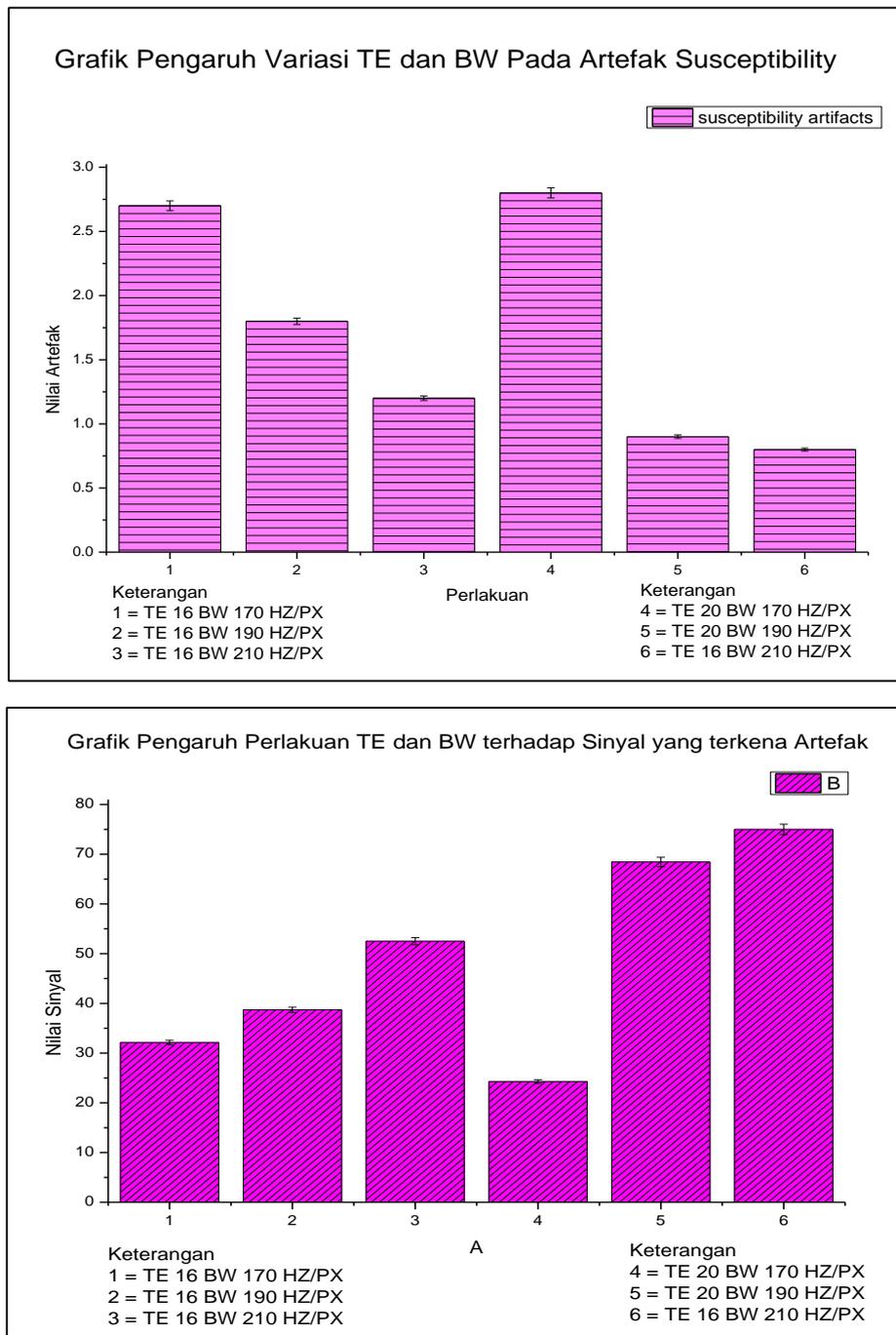
Analisis Pengaruh Variasi TE dan BW terhadap Artefak

Pada penelitian ini terdapat 2 artefak yang dianalisis, yaitu adanya artefak *Chemical Shift* dan *susceptibility artifacts*. *Susceptibility Artifacts* adalah artefak karena adanya bahan magnet atau

implant logam pada tubuh pasien dapat berakibat pada munculnya area hitam pada organ sehingga dapat merusak suatu *image*, dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 7, pertama peneliti meninjau dari pengaruh variasi BW, dimana BW semakin rendah maka rentang BW akan semakin

pendek sehingga nilai pencatatan sinyalnya akan semakin sempit. Oleh sebab itu, tingkat *grayscale* yang dihasilkan akan semakin sempit sehingga artefak logam (*Suceptibility artifact*) yang terdeteksi dengan sinyal hitam karena *loss signal* akan semakin sedikit. Ketika rentang frekuensinya (BW) lebar maka *gray scale* kehitaman tersebut akan di



Gambar 7 | Grafik hubungan nilai SNR dan CNR

$$\text{Chemical Shift size} = \frac{\text{chemical shift for your magnet}(\delta)}{\text{bandwidth}}$$

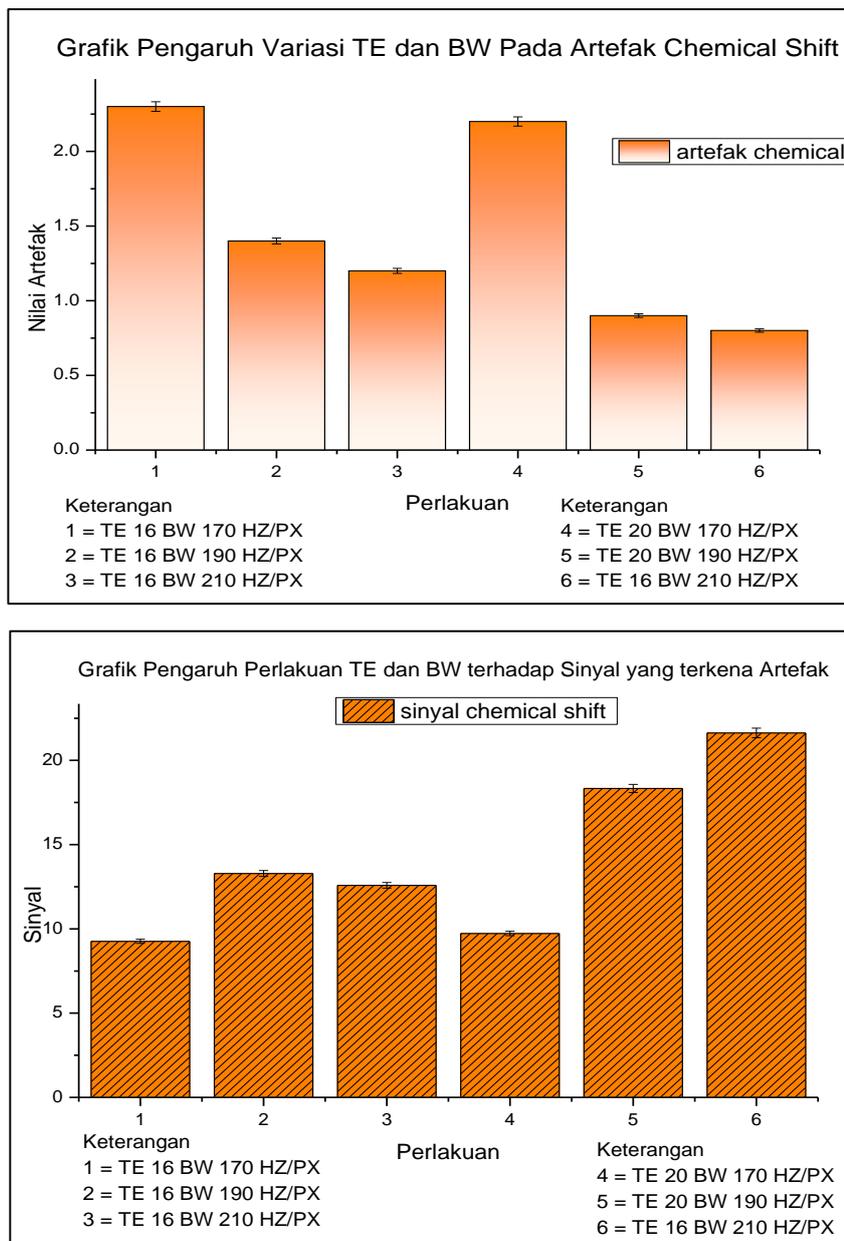
Persamaan 1 | Persamaan Chemical Shift Size

rata-ratakan pada frekuensi yang lebih lebar. *Bandwidth* yang besar maka sinyal *loss* tersebut (derajat kehitamannya) akan semakin kecil.

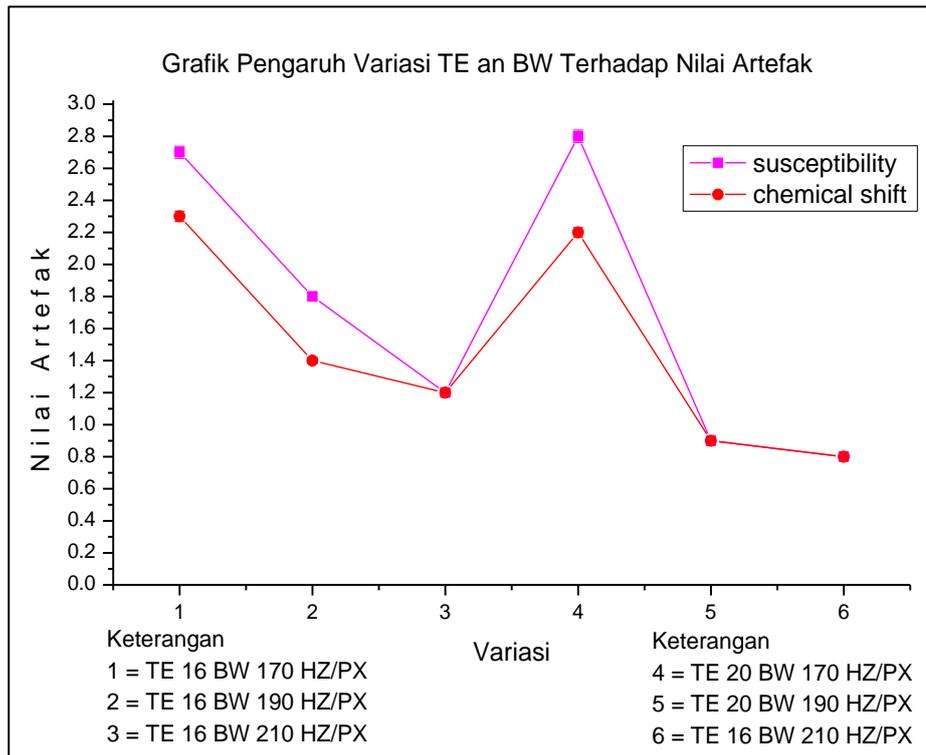
Kedua, peneliti meninjau tentang pengaruh TE, dimana TE merupakan lamanya proses pencatatan signal pada amplitudo tertinggi dalam rentang *Time repetition* (TR). Di mana semakin lama pencatatan

sinyal maka akan semakin mengurangi artefak *Suseptibility* atau kehitaman akan semakin tinggi karena *susceptibility* tersebut akan semakin tercatat sinyalnya oleh pencatatan TE yang lebih sehingga semakin memperjelas kontras kehitaman karena logam tersebut.

Chemical Shift terjadi karena adanya perbedaan *magnetic shielding* pada jaringan (terutama jaringan lunak dan lemak). Tergambar sebagai batas berwarna hitam pada sisi luar organ.



Gambar 8 | Pengaruh variasi TE dan BW terhadap sinyal Chemical Shift



Gambar 9 | Grafik pengaruh variasi TE dan BW terhadap Nilai Artefak

Chemical Shift dapat terlihat pada penggunaan TE yang besar dan *Bandwidth* yang besar. Besarnya *Chemical Shift* dapat diperhitungkan dengan persamaan 1.

Berdasarkan Gambar 8, diketahui bahwa ketika nilai TE naik maka *Chemical Shift* akan cenderung semakin menurun, hal ini sesuai dengan teori bahwa adanya perbedaan ikatan atom hidrogen antara lemak dan jaringan lunak akan menyebabkan sinyal (kontras) menjadi tumpang tindih (*overlap*) sehingga memunculkan artefak. Kenaikan TE menghasilkan perbedaan *precessional* frekuensi antara *fat* dan *water* yang semakin lebar dan terlihat semakin jelas beda sinyalnya, sehingga analisis terhadap patologis menjadi akurat karena adanya artefak dapat dikurangi.

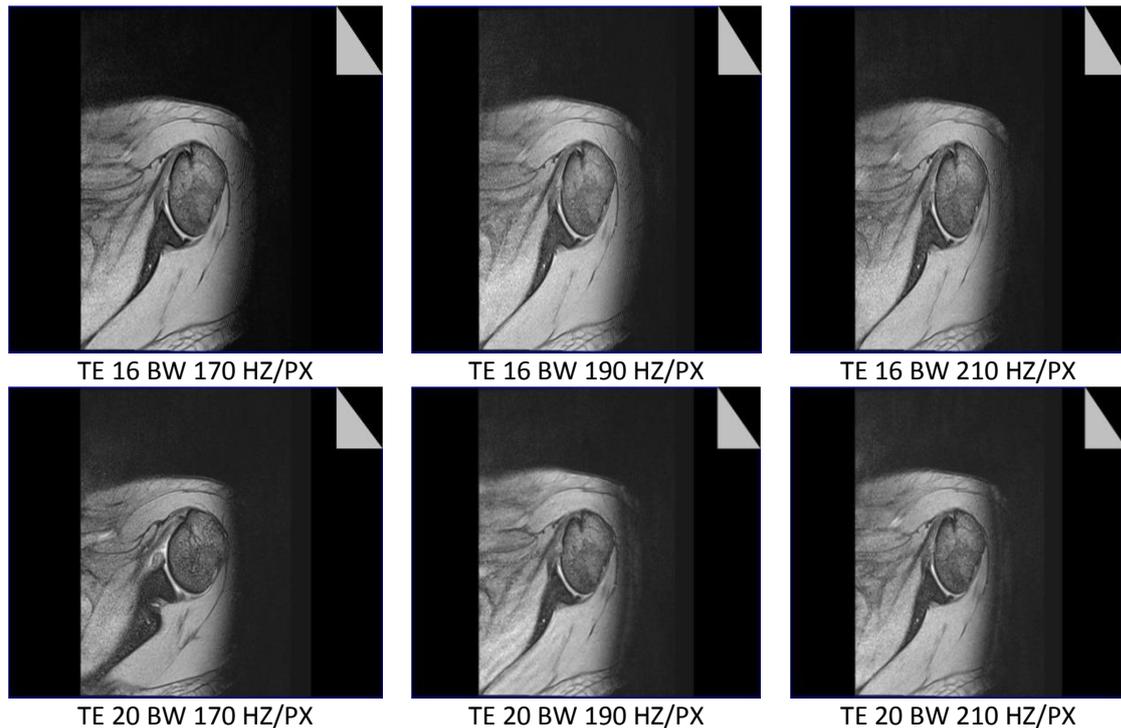
Penentuan Nilai Optimal Variasi TE dan BW Terhadap Nilai Artefak

Penentuan nilai optimal pada kedua variasi tersebut diperoleh dengan membuat grafik secara terpisah antara variabel TE dengan Artefak dan BW dengan Artefak (Gambar 9).

Grafik pada gambar 9 memperlihatkan bahwa nilai optimal yang menunjukkan *susceptibility artifact* dan *Chemical Shift artifact* paling rendah pada TE 20 ms dengan kombinasi BW 210 Hz/Px. Pada nilai tersebut artefak semakin menurun, sehingga ketika semakin rendah nilai artefak, maka sinyal anatomi yang dinilai dapat dilihat dengan jelas yang terdapat pada suatu citra. Semakin rendah nilai artefak tersebut maka dokter dapat dengan mudah menilai patologis, sehingga tidak salah dalam menegakkan diagnosa.

Penentuan Nilai Optimal Variasi TE dan BW terhadap Nilai CNR

Berdasarkan Gambar 5 dan 9 dapat ditentukan nilai optimal untuk CNR dan (dua) artefak tersebut. Dimana pada gambar 5 yaitu grafik pengaruh antara TE dan BW terhadap nilai CNR diketahui bahwa pada variasi TE 20 ms dan BW 170 Hz/Px terlihat adanya kenaikan kualitas kontras citra. Sedangkan pada gambar 9 yaitu grafik pengaruh antara TE dan BW terhadap artefak diketahui bahwa pada variasi TE 20 ms dan BW 210 Hz/Px menunjukkan penurunan nilai artefak. Kemudian



Gambar 10 | Foto hasil pemeriksaan dengan variasi TE dan BW (terlihat adanya artefak dikarenakan benda logam)

pengaruh TE dan BW terhadap CNR dan Artefak dianalisis menggunakan uji statistik untuk menentukan beda signifikan. Diketahui bahwa pada uji statistik menggunakan uji multivariat pada jaringan *fluid – humeral bone* dihasilkan nilai sig 0.319 sehingga tidak terdapat beda bermakna. Oleh karena itu peneliti, mengkorelasikan hasil data lapangan dan uji statistik dengan teori yang ada sebelumnya didapatkan pada TE 20 ms dan BW 210 Hz/Px dapat menurunkan adanya artefak yang disebabkan oleh *Chemical Shift* dan *susceptibility* (gambar 10).

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa variasi *Time Echo* dan *bandwidth* berpengaruh signifikan terhadap nilai SNR dan CNR pada hasil citra T2 Axial *Gradient Echo MRI Shoulder*. Pengaruh kedua variasi tersebut adalah semakin kecil nilai TE dan BW didapatkan SNR yang meningkat. Jika TE diperbesar maka didapatkan CNR yang meningkat.

Kualitas citra optimal yang dapat menghasilkan keadaan patologis ditentukan dengan meningkat-

nya nilai CNR dan nilai artefak yang menurun. Sehingga Pada penelitian ini kombinasi antara 2 variabel tersebut dapat menentukan citra optimal pada TE 20ms dan BW 210 Hz/Px.

Bibliografi

1. D. E. G. A. Rani, "AdIn - perpustakaan universitas airangga," 2016.
2. A. Tanjung, A. Prastowo, and W. Setiabudi, "Korelasi Nilai Time Repetition (TR) dan Time Echo (TE) Terhadap Signal To Noise Ratio (SNR) Pada Citra MRI," vol. 16, no. 4, pp. 103–110, 2013.
3. C. Westbrook, *Handbook MRI Technique Fourth Edition*. This edition first published 2014 © 2014 by John Wiley & Sons, Ltd., 2014.
4. M. Brown and R. Semelka, *MRI Basic Principles and Applications*, 3rd ed. 2003.
5. J. Graessner, "Bandwidth in MRI?," Siemens.Com, vol. 2, pp. 3–8, 2013.
6. Fatimah dkk. 2015. Optimisasi Field Of View (FOV) Terhadap Kualitas Citra Pada T2WI FSE Mri Lumbal Sagital. Semarang: Berkala Fisika JImeD, Vol. 1, NO. 1, Undip Forshult,