

ANALISIS INFORMASI DIAGNOSTIK NILAI R-FACTOR GRAPPA MRI PELVIS SEKUEN RESOLVE-DWI KANKER SERVIKS

Darmini^{1*}, Nur Khanifa², Asri Indah Aryani³ Bambang Budi Raharjo⁴ Mahalul Azam⁵
Intan Zainafree⁶

- 1). Program Studi S3 Kesehatan Masyarakat, Universitas Negeri Semarang.
Prodi Radiologi Semarang, Politeknik Kesehatan Semarang
- 2),3). Prodi Radiologi Semarang, Politeknik Kesehatan Semarang
- 4), 5), 6). Prodi Kesehatan Masyarakat, Universitas Negeri Semarang

E-mail Korespondensi: da12mini@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Latar Belakang: Pemeriksaan MRI panggul, khususnya rangkaian RESOLVE-DWI, memainkan peranan penting dalam menentukan stadium dan penyebaran kanker. Namun waktu akuisisi lama dan terjadi distorsi. Untuk mengatasi keterbatasan ini menggunakan teknik pencitraan paralel R-faktor GRAPPA dengan variasi R-Faktor. Penelitian ini bertujuan menganalisis perbedaan informasi diagnostik dan menentukan nilai R-faktor GRAPPA yang optimal pada kanker serviks.

Metode: Jenis penelitian adalah kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Menggunakan MRI 3 Tesla di RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta, 9 sampel pasien dengan variasi GRAPPA 1,2,dan 3. Citra di evaluasi oleh tiga ahli radiologi berdasarkan kriteria batas tumor. Data dianalisis menggunakan uji reliabilitas Kappa Cohen dan uji Friedman untuk mengidentifikasi perbedaan dan menentukan nilai peringkat rata-rata terbaik. Kriteria ekspansi tumor dan tumor residual dianalisis deskriptif.

Hasil: Terdapat perbedaan signifikan informasi diagnostik batas tumor (p value 0,021). Ekspansi tumor ditemukan pada 7 % kasus dan tumor residual 22% kasus. Hasil diagnostik optimal nilai R-faktor GRAPPA 2 dengan nilai rata-rata tertinggi sebesar 2,61, dibandingkan dengan GRAPPA 1 (1,56), dan GRAPPA 3 (1,83)

Simpulan: Terdapat perbedaan informasi diagnostik variasi R-faktor GRAPPA. Nilai R-faktor GRAPPA 2 direkomendasikan sebagai nilai optimal pada pemeriksaan MRI kanker serviks karena menghasilkan kualitas diagnostik yang lebih baik dengan efisiensi waktu akuisisi.

Kata Kunci: Faktor-R, GRAPPA, RESOLVE-DWI, MRI

ABSTRACT

Background: Pelvic MRI, particularly the RESOLVE-DWI sequence, plays a crucial role in determining the stage and extent of cancer. However, acquisition time is long and distortion occurs. To overcome this limitation, the parallel imaging technique GRAPPA R-factor with

varying R-factors was used. This study aimed to analyze differences in diagnostic information and determine the optimal GRAPPA R-factor value for cervical cancer.

Methods: This study was quantitative with an experimental approach. Nine patient samples with variations GRAPPA of 1, 2, and 3 were obtained using a 3 Tesla MRI at Dr. Sardjito General Hospital in Yogyakarta. The images were evaluated by three radiologists based on tumor margin criteria. Data were analyzed using Cohen's Kappa reliability test and Friedman's test to identify differences and determine the best average ranking value. The criteria for tumor expansion and residual tumor were analyzed descriptively.

Results: There were significant differences in diagnostic information regarding tumor margins (p-value 0.021). Tumor expansion was found in 7% of cases and residual tumor in 22%. The optimal diagnostic results for GRAPPA 2's R-factor score were 2.61, with the highest average score of 2.61, compared to GRAPPA 1 (1.56) and GRAPPA 3 (1.83).

Conclusion: There are differences in the diagnostic information of GRAPPA R-factor variations. GRAPPA R-factor score 2 is recommended as the optimal value for MRI examinations of cervical cancer cases because it produces better diagnostic quality with efficient acquisition time.

Keywords: R-factor, GRAPPA, RESOLVE-DWI, MRI

PENDAHULUAN

Kanker serviks merupakan salah satu masalah kesehatan seluruh wanita di dunia yang utamanya disebabkan oleh virus *Human Papiloma Virus* (HPV) dan penyakit kedua terbanyak setelah kanker payudara. Pemeriksaan MRI Pelvis wanita menggunakan beberapa sekuen yaitu T2W SE/FSE *Sagittal*, T2W SE/FSE *Axial*, T1W SE/FSE *Axial* dengan atau tanpa *tissue supression* yaitu teknik untuk menekan sinyal lemak pada jaringan, T2W SE/FSE *Coronal* dengan sekuen tambahan SS-FSE/GRE-EPI/SE-EPI/*Diffusion Imaging* (Westbrook, 2016).

Diffusion Weighted Imaging (DWI) merupakan sekuen yang memberikan informasi fungsional mengenai difusivitas molekul air antar-sel pada tumor (Messina et al., 2020). Teknik SS EPI-DWI merupakan teknik yang rentan terhadap artefak yang parah pada tulang dan udara sehingga resolusi gambar kurang optimal (Zaman et al., 2024). MS-EPI DWI merupakan teknik dengan *echo-spacing* yang lebih pendek daripada SS-EPI DWI sehingga mengurangi sensitivitas terhadap efek *magnetic susceptibility*, berkurangnya distorsi gambar, dan *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang lebih optimal (Dudau et al., 2019). Salah satu teknik MS-EPI DWI adalah *Readout Segmented-EPI* (RS-EPI) DWI atau *Readout Segmentation Of Long Variable Echo trains* (RESOLVE) (Zaman et al., 2024).

Readout Segmentation Of Long Variable Echo trains (RESOLVE-DWI) merupakan teknik alternatif relatif baru untuk mendapatkan gambar DWI dengan kualitas tinggi, menghasilkan gambar yang tajam, dan menaikkan spasial resolusi (Bozer et al., 2024). RESOLVE-DWI secara signifikan dapat mengurangi distorsi dan artefak, namun dibatasi waktu pemindaian yang lama (Jiang et al., 2020). Hal ini, menunjukkan perlunya suatu strategi yang dapat mengurangi waktu pemindaian RESOLVE-DWI. Hal tersebut, dapat diatasi dengan menggunakan teknik *parallel imaging* (Nketiah et al., 2018).

Generalized Partially Parallel Acquisitions (GRAPPA) merupakan salah satu metode teknik *parallel imaging* yang mensintesis titik data yang hilang secara langsung dalam *k-space*. GRAPPA dapat digunakan pada pencitraan *diffusion* dikarenakan dapat mengurangi *blurring*, *distortion*, dan mengurangi *acoustic noise* untuk kenyamanan pasien yang lebih baik (Hamilton et al., 2017). Dalam pengaplikasian GRAPPA, terdapat penggunaan *R-Factor* yang lebih tinggi diikuti dengan pengurangan *scan time* dan penurunan SNR (Maulidya et al., 2018). Tetapi, nilai *R-Factor* kurang dari 4 mempunyai SNR yang masih optimal dan *R-Factor* lebih dari 4 akan mengakibatkan SNR yang buruk dan *residual aliasing artifact* (Lee et al., 2024). Nilai *R-Factor* pada sekuen T2 Axial yang paling optimal untuk kualitas citra anatomi dan *scan time* adalah 3 (Saifudin et al (2017). Nilai *R-Factor* 2 dan 3 yang paling optimal pada sekuen T2W1 FSE (Maulidya et al (2018. Nilai *R-Factor* 2 pada GRAPPA sekuen PD Weighted TSE dapat menunjukkan hasil gambar yang mempunyai kesamaan diagnostik antara dengan dan tanpa menggunakan *R-Factor* Fritz et al (2021). Pemeriksaan MRI Pelvis kanker Serviks di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta terdapat beberapa sekuen yang digunakan yaitu T2 TSE *Sagittal*, T2 Haste Axial, T2 TSE *Sagittal* SPAIR, T1 TSE *Sagittal*, T1 Vibe Dixon Axial, T2 Haste Coronal, dan RESOLVE-DWI potongan *sagittal*. Sekuen RESOLVE-DWI dengan potongan *sagittal*, dapat memberikan penilaian ukuran tumor dan perluasan ke organ sekitarnya Bnoui et al (2019).

Sekuen RESOLVE-DWI mempunyai keunggulan, tetapi juga mempunyai kekurangan seperti waktu akuisisi lama yaitu 2 menit 22 detik. Sementara itu, jumlah pasien MRI RS Sardjito Yogyakarta dalam satu hari mencapai angka 45 pasien dan Sekuen RESOLVE-DWI belum sepenuhnya terbebas dari distorsi sehingga dapat memengaruhi informasi diagnostik. Sekuen RESOLVE-DWI sangat sensitif terhadap pergerakan sehingga dapat memengaruhi difusi pada patologis.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan informasi diagnostik dan menentukan nilai *R-Factor* GRAPPA yang paling optimal pada sekuen RESOLDE-DWI kasus Kanker Serviks.

KAJIAN TEORI

RESOLVE-DWI merupakan teknik yang mengurangi *time echo* (TE) dan secara substansial lebih sedikit terpengaruh oleh distorsi, *susceptibility*, dan artefak T2* *blurring* sehingga dapat meningkatkan kualitas gambar secara keseluruhan. Teknik *parallel imaging* merupakan teknik yang menggunakan beberapa *channels receive coil* pada akuisisi data dan “*parallel*” yang berarti *coils* dapat mengambil data sampel data pada waktu yang sama. GRAPPA merupakan algoritma yang didasarkan pada *k-space* tertuma untuk memperkirakan data yang hilang dalam *k-space* dan kemudian merekonstruksi gambar. *R-Factor* pengurangan waktu pemeriksaan.

METODE

1. Desain penelitian (jenis dan rancangan penelitian).

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Rancangan penelitian adalah quasi ekperimental design dengan metode posttest only with control group design.

2. Instrumen penelitian adalah citra MRI Pelvis dan kuisisioner
3. Teknik pengumpulan data dan sumber data.

Sampel penelitian terdiri dari 9 orang dengan tiga responden (radiolog). Pengambilan data dilaksanakan bulan April-Mei 2025 di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta. Metode pengumpulan data menggunakan eksperimen dan kuesioner.

4. Cara analisis data/uji statistik.

Analisis data dilakukan dengan diawali dengan pengkodean data, tabulasi data, uji statistik (uji Cohen's Kappa dan Friedman) dan analisis deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta menggunakan sampel 9 pasien. Adapun hasil penelitian adalah sebagai berikut :

1. Karakteristik Sampel

a. Deskripsi Karakteristik Sampel Berdasarkan Usia

Tabel 1. Karakteristik Sampel Berdasarkan Usia

| Usia | Frekuensi | Persentase (%) |
|-------|-----------|----------------|
| 20-30 | 0 | 0 |
| 31-40 | 1 | 11 |
| 41-50 | 2 | 22 |
| 50-60 | 6 | 67 |
| Total | 9 | 100 |

Berdasarkan tabel 1 terdiri dari usia 20-30 tahun (0%), 31-40 tahun berjumlah 1 (11%), 41-50 tahun berjumlah 2 (22%), dan 50-60 tahun berjumlah 6 (67%).

b. Distribusi Karakteristik Sampel Berdasarkan Stadium Kanker Serviks

Tabel 2. Karakteristik Sampel Berdasarkan Stadium Kanker Serviks

| Stadium kanker serviks (FIGO) | Frekuensi | Persentase (%) |
|-------------------------------|-----------|----------------|
| II B | 3 | 33 |
| III C | 3 | 33 |
| IV A | 2 | 22 |
| IV B | 1 | 11 |
| Total | 9 | 100 |

Berdasarkan tabel 2 penderita stadium IIB sebanyak 3 sampel (33%), stadium IIIC sebanyak 3 sampel (33%), stadium IVA sebanyak 2 sampel (22%), dan stadium IVB sebanyak 1 sampel (11%).

c. Karakteristik Responden

Tabel 3. Karakteristik Responden

| Responden (R) | Lama Kerja | Jabatan |
|---------------|------------|---------------------------------------|
| R1 | 8 tahun | Dokter spesialis radiologi |
| R2 | 6 tahun | Dokter spesialis radiologi (konsulen) |
| R3 | 6 tahun | Dokter spesialis radiologi |

Berdasarkan tabel 3 diketahui bahwa responden pada penelitian ini dilakukan oleh dua dokter spesialis radiologi dan satu dokter konsulen radiologi. Responden diberikan kuesioner untuk menilai informasi diagnostik yang dihasilkan dari penerapan nilai *R-Factor* GRAPPA pada pemeriksaan MRI pelvis sekuen RESOLVE-DWI kasus Kanker Serviks.

d. Uji Cohen'Kappa

Tabel 4 Hasil Uji Cohen'Kappa

| Responden (R) | Nilai Kappa | Keterangan |
|-----------------|-------------|------------------------|
| R1 dan R2 | 0,786 | Kesepakatan baik |
| R1 dan R3 | 0,578 | Kesepakatan cukup baik |
| R2 dan R3 | 0,790 | Kesepakatan baik |

Berdasarkan hasil uji *Cohen's Kappa* didapatkan hasil kesepakatan responden 1 dan 2 diperoleh kesepakatan baik sebesar 0.786, responden 1 dan 3 diperoleh kesepakatan cukup baik sebesar 0.578, dan responden 2 dan 3 diperoleh kesepakatan baik sebesar 0.790. Selanjutnya, dilakukan uji *Friedman* pada informasi diagnostik batas-batas tumor yang menggunakan data dari responden 1 dikarenakan yang mempunyai pengalaman kerja paling lama di bidang MRI.

5. Analisis Deskriptif Informasi Diagnostik dengan Penerapan nilai *R-Factor* GRAPPA

a. Batas-Batas Tumor

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Informasi Diagnostik Batas-Batas Tumor

| Kriteria Penelitian | Grappa 1 | | GRAPPA 2 | | GRAPA 3 | |
|---------------------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
| | Frekuensi | % | Frekuensi | % | Frekuensi | % |
| Kurang jelas | 1 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cukup jelas | 7 | 78 | 2 | 22 | 7 | 78 |
| Jelas | 1 | 11 | 7 | 78 | 2 | 22 |
| Total | 9 | 100 | 9 | 100 | 9 | 100 |

Berdasarkan tabel 5 diketahui nilai *R-Factor* GRAPPA 2 (78%) lebih jelas dalam menampakkan informasi diagnostik batas-batas tumor dibandingkan dengan nilai *R-Factor* GRAPPA 1 (11%) dan GRAPPA 3 (22%).

b. Perluasan tumor

Tabel 6. Distribusi Frekuensi Informasi Diagnostik Perluasan Tumor

| Kriteria Penilaian | GRAPPA 1 | | GRAPPA 2 | | GRAPPA 3 | |
|--------------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| | Frekuensi | % | Frekuensi | % | Frekuensi | % |
| Tidak, Terdapat | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ya, Terdapat | 6 | 67 | 6 | 67 | 6 | 67 |

Berdasarkan tabel 6 diketahui bahwa dari 9 sampel pasien terdapat 67% pasien yang terdapat perluasan tumor dan dapat terlihat pada penerapan nilai *R-Factor* GRAPPA 1, GRAPPA 2, dan GRAPPA 3

c. Residual tumor

Tabel 7 Hasil Distribusi Frekuensi Informasi Diagnostik Residual Tumor

| Kriteria Penilaian | GRAPPA 1 | | GRAPPA 2 | | GRAPPA 3 | |
|--------------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| | Frekuensi | % | Frekuensi | % | Frekuensi | % |
| Tidak, Terdapat | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ya, Terdapat | 2 | 22 | 2 | 22 | 0 | 22 |

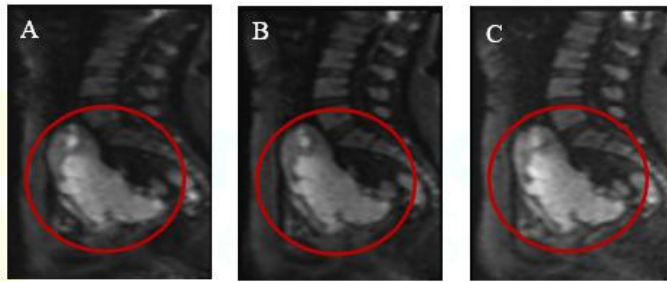
6. Hasil Uji beda *Friedman* Informasi Diagnostik pada Batas-Batas Tumor pelvis kasus kanker serviks.
Tabel 8. Hasil uji friedman informasi diagnostik pada batas-batas tumor

| Informasi Diagnostik | <i>P-Value</i> | Keterangan |
|----------------------|----------------|------------|
| Batas-Batas Tumor | 0.021 | Ada beda |

Berdasarkan tabel 8 dapat diketahui hasil uji *Friedman* untuk batas-batas tumor terdapat perbedaan dikarenakan menghasilkan nilai *p-value* 0.021 (*p-value* < 0.05).

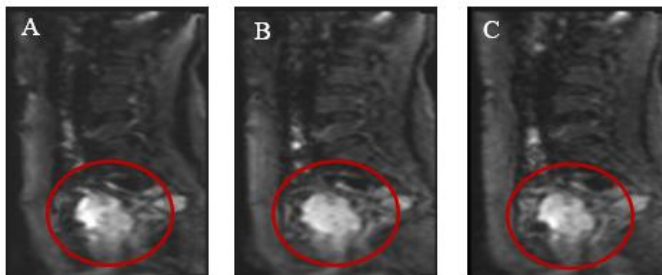
7. Hasil citra dari masing-masing penilaian informasi diagnostik MRP pelvis kasus kanker serviks

a. Batas-batas tumor



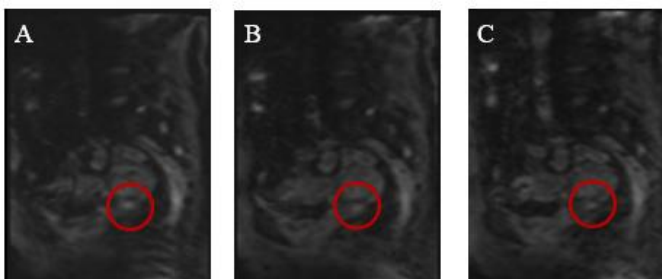
Gambar 1 Hasil citra informasi diagnostik batas-batas tumor A GRAPPA 1, B GRAPPA 2, C GRAPPA 3

b. Perluasan tumor



Gambar 2 Hasil citra informasi diagnostik Perluasan tumor A GRAPPA 1, B GRAPPA 2, C GRAPPA 3

c. Residual



Gambar 3 Hasil citra informasi diagnostik residual tumor A GRAPPA 1, B GRAPPA 2, C GRAPPA 3

8. Uji Nilai R-Faktor GRAPPA yang lebih optimal dalam memberikan informasi diagnostik MRI pelvis kasus kanker serviks

Nilai *mean rank* pada hasil uji *Friedman* digunakan untuk menilai antara ketiga nilai *R-Factor* GRAPPA lebih baik memberikan informasi diagnostik. Nilai *mean rank* informasi diagnostik MRI Pelvis sekuen RESOLVE-DWI kasus Kanker Serviks dengan penerapan nilai *R-Factor* GRAPPA sebagai berikut.

Tabel 9 Hasil *Mean Rank* Uji *Friedman* pada Batas-Batas Tumor

| Informasi Diagnostik | GRAPPA | <i>Mean Rank</i> |
|----------------------|----------|------------------|
| Batas-Batas Tumor | GRAPPA 1 | 1.56 |
| | GRAPPA 2 | 2.61 |

Berdasarkan tabel 9, hasil *mean rank* uji *Friedman* pada sekuen RESOLVE-DWI dengan penerapan nilai *R-Factor* GRAPPA 2 mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam menampakkan informasi diagnostik batas-batas tumor karena mempunyai nilai *mean rank* yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *R-Factor* GRAPPA 1 dan 3.

Tabel 10 Waktu *Scanning* MRI Pelvis sekuen RESOLVE-DWI
Kasus Kanker Serviks dengan nilai *R-Factor* GRAPPA

| GRAPPA | Waktu |
|----------|-------|
| GRAPPA 1 | 02:22 |
| GRAPPA 2 | 02:12 |
| GRAPPA 3 | 02:10 |

Tabel 10 merupakan perbandingan waktu *scanning* yang dibutuhkan pada tiga nilai *R-Factor* GRAPPA pada pemeriksaan MRI Pelvis. Berdasarkan tabel tersebut, diketahui waktu *scanning* pada nilai *R-Factor* GRAPPA 1 membutuhkan waktu *scanning* 02:22, nilai *R-Factor* GRAPPA 2 membutuhkan waktu *scanning* 02:12, dan nilai *R-Factor* GRAPPA 3 membutuhkan waktu *scanning* 02:10. Nilai *R-Factor* GRAPPA 3 mempunyai waktu *scanning* yang lebih cepat dibandingkan dengan nilai *R-Factor* GRAPPA 1 dan GRAPPA 2. Sedangkan, nilai *R-Factor* GRAPPA 2 lebih cepat 10 detik dibandingkan dengan nilai *R-Factor* GRAPPA 1 sehingga nilai *R-Factor* GRAPPA 2 lebih optimal dibandingkan nilai *R-Factor* GRAPPA 1 walaupun tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari penerapan nilai *R-Factor* GRAPPA 1, GRAPPA 2, dan GRAPPA 3.

PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan di instalasi Radiologi RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta pada bulan April-Mei 2025 menggunakan 9 sampel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan informasi diagnostik dengan penerapan nilai *R-Factor* GRAPPA dan menentukan nilai *R-Factor* GRAPPA yang paling optimal pada sekuen RESOLVE-DWI kasus Kanker Serviks. Penilaian citra dilakukan oleh tiga responden. Data menghasilkan kesepakatan yang baik antar responden 1 dan 2 sebesar 0.786 serta responden 2 dan 3 sebesar 0.790. Akan tetapi, pada responden 1 dan 3 menghasilkan kesepakatan cukup baik yaitu 0.578. Selanjutnya,

dilakukan pengolahan data uji *Friedman* dan analisis deskriptif yang hasilnya akan dibahas sebagai berikut.

1. Perbedaan Informasi Diagnostik dengan penerapan nilai *R-Factor* GRAPPA pada MRI Pelvis Sekuen RESOLVE-DWI kasus Kanker Serviks.

Berdasarkan hasil uji *Friedman* pada penilaian informasi diagnostik batas-batas tumor menghasilkan *p-value* 0.021 yang menunjukkan terdapat perbedaan pada penerapan nilai *R-Factor* GRAPPA 1, GRAPPA 2, dan GRAPPA 3 pada MRI Pelvis Sekuen RESOLVE-DWI kasus Kanker Serviks yang berarti H_0 ditolak dan H_a diterima dikarenakan nilai *p-value* 0.021 ($p\text{-value} < 0.05$).

RESOLVE-DWI mempunyai SNR yang lebih baik dibandingkan dengan DWI konvensional (Yu et al., 2020). Tetapi, RESOLVE-DWI mempunyai kekurangan terhadap distorsi gambar dikarenakan RESOLVE DWI merupakan gabungan pulsa sekuen atau teknik pencitraan cepat yang digunakan dalam pencitraan MRI berbasis difusi (DWI) yaitu *Echo Planar Imaging* (EPI). Untuk mengurangi distorsi gambar tersebut, diterapkan teknik *parallel imaging* yang berfungsi mengurangi jumlah *phase encoding gradient* yang diperlukan untuk menyelesaikan semua garis *k-space* sehingga kerentanannya terhadap medan magnet akan berkurang, berkurangnya pergeseran piksel, memberikan representasi geometris gambar yang lebih akurat, tidak memerlukan akuisisi data tambahan, tidak meningkatkan waktu pemindaian, dan tidak memengaruhi fitur kontras gambar (Zaki et al., 2018). Hal ini, membuat informasi diagnostik batas-batas tumor lebih terlihat jelas dalam penerapan nilai *R-Factor* GRAPPA 2 dan 3 dibandingkan dengan nilai *R-Factor* GRAPPA 1.

Distorsi gambar paling signifikan di dekat batas yang memisahkan udara, tulang, dan *soft tissue* yang di mana terdapat perbedaan besar dalam *susceptibility magnetic*. Distorsi gambar pada sekuen berbasis data difusi ini dapat menyebabkan ketidaksejajaran dengan gambar anatomi beberapa milimeter, yang dapat membatasi keakuratan analisis gambar di daerah yang terkena dampak tumor dan meningkatkan kemungkinan antar *air-tissue* di dekat permukaan tumor yang menyebabkan distorsi gambar atau hilangnya sinyal dikarenakan *susceptibility artifact* (Zaki et al., 2018). Sekuen DWI pada kasus kanker serviks sangat menantang dikarenakan lokasi anatomi antara rektum yang mengandung udara dan kandung kemih yang dapat memengaruhi kinerja diagnostik (Hwang et al., 2018). Menurut penulis, distorsi gambar pada sekuen RESOLVE-DWI merupakan faktor utama yang memengaruhi perbedaan visualisasi batas-batas tumor dikarenakan berlokasi di area yang mudah terganggu oleh artefak.

Berdasarkan hasil analisis deskriptif pada informasi diagnostik perluasan tumor menghasilkan bahwa sebanyak 67% dari 9 sampel menunjukkan terdapat perluasan tumor dan dapat terlihat pada penerapan nilai *R-Factor* GRAPPA dikarenakan perluasan tumor bersifat makroskopik dan lebih luas sehingga informasi diagnostik ini kurang terpengaruh oleh distorsi gambar. Perluasan tumor berdasarkan *International Federation of Gynecology and Obstetrics* (FIGO), pada sampel pasien dengan stadium IIIC kasus kanker serviks menunjukkan bahwa perluasan tumor menuju ke *limfadenopati* yang terletak di daerah *parailiaka*. Sampel lainnya terdapat perluasan tumor pada massa *cervix uteri* yang meluas ke ureter *dextra pars distal*. Pada sampel lainnya terdapat perluasan tumor yang meluas ke sepertiga proksimal vagina dan *fundus uteri*. Sampel dengan stadium IVA terdapat perluasan tumor ke dinding *posterior vesica urinaria* dan pada sampel lainnya terdapat perluasan tumor meluas ke *corpus uteri* dan 2/3 *proximal vagina*, *parametrium dextra*, serta dinding *vesica urinaria*. Pada sampel dengan stadium IVB menunjukkan terdapat perluasan tumor pada *intraluminal ileum pars distal*.

Berdasarkan hasil analisis deskriptif pada informasi diagnostik *residual* tumor menghasilkan bahwa sebanyak 22% dari 9 sampel pasien menunjukkan terdapat residual tumor. *Residual* tumor menurut Park et al (2016), muncul pada pasien setelah menyelesaikan (*Concurrent*

Chemoradiotherapy) CCRT. *Residual* tumor pada 5 sampel yang telah menyelesaikan pengobatan CCRT menunjukkan hanya 2 yang masih menunjukkan *residual* tumor dan pada 4 sampel lainnya masih dalam masa pengobatan CCRT. *Residual* tumor dengan penerapan nilai *R-Factor* GRAPPA ini menunjukkan bahwa pada peningkatan nilai *R-Factor* GRAPPA terutama pada nilai *R-Factor* GRAPPA 2 menunjukkan *residual* tumor tanpa adanya distorsi gambar.

2. Nilai *R-Factor* GRAPPA yang lebih optimal dalam mengevaluasi Kanker Serviks antara nilai *R-Factor* GRAPPA 1, GRAPPA 2, dan GRAPPA 3 pada pemeriksaan MRI Pelvis kasus Kanker Serviks

Hasil uji *Freidman* pada informasi diagnostik batas-batas tumor antara nilai *R-Factor* GRAPPA 1, GRAPPA 2, dan GRAPPA 3 pada pemeriksaan MRI Pelvis sekuen RESOLVE-DWI kasus Kanker Serviks menunjukkan bahwa nilai *R-Factor* GRAPPA 2 mempunyai nilai *mean rank* lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *R-Factor* GRAPPA 1 dan GRAPPA 3. Nilai *R Factor* GRAPPA 2 diperoleh nilai *mean rank* yaitu sebesar 2.61 sedangkan nilai *R-Factor* GRAPPA 1 diperoleh nilai *mean rank* yaitu sebesar 1.56 dan nilai *R-Factor* GRAPPA 3 diperoleh nilai *mean rank* yaitu sebesar 1.83. Hal ini, menunjukkan bahwa nilai *R-Factor* GRAPPA 2 pada pemeriksaan MRI Pelvis sekuen RESOLVE-DWI kasus Kanker Serviks dapat menghasilkan informasi diagnostik lebih optimal dibandingkan nilai *R-Factor* GRAPPA 1 dan GRAPPA 3.

Pengaplikasian teknik *parallel imaging* GRAPPA terdapat penggunaan *acceleration factor* atau *R-Factor* yang lebih tinggi diikuti dengan pengurangan *scan time* dan penurunan SNR (Maulidya et al., 2018). Hal ini, membuktikan bahwa terdapat perbedaan *scan time* antara *R-Factor* GRAPPA 1 mempunyai *scan time* yaitu 2 menit 22 detik, nilai *R-Factor* GRAPPA 2 mempunyai *scan time* yaitu 2 menit 12 detik, dan nilai *R-Factor* GRAPPA 3 mempunyai *scan time* yaitu 2 menit 10 detik. Hal ini terjadi karena penggunaan nilai *R-Factor* GRAPPA ini dapat mengurangi waktu akuisisi sehingga dapat mengurangi distorsi gambar walaupun perbedaan waktu antara nilai *R-Factor* GRAPPA 1, GRAPPA 2, dan GRAPPA 3 tidak menunjukkan perbedaan waktu yang signifikan. Hal ini, didukung teori yang menyatakan bahwa GRAPPA dapat digunakan pada pencitraan *diffusion* dikarenakan dapat mengurangi *blurring*, *distortion*, dan mengurangi *acoustic noise* untuk kenyamanan pasien yang lebih baik (Hamilton et al., 2017). Perubahan SNR dipengaruhi oleh parameter TR dan TE. Nilai TR dan TE semakin tinggi, maka semakin meningkat pula SNR pada hasil citra. Nilai TR dan TE pada nilai *R-Factor* GRAPPA 1 yaitu 7040 ms dan 57 ms, nilai *R-Factor* GRAPPA 2 yaitu 6200 ms dan 48 ms, dan nilai *R-Factor* GRAPPA 3 yaitu 6120 ms dan 46 ms. Penulis berpendapat bahwa penggunaan nilai *R-Factor* GRAPPA 2 dan GRAPPA 3 masih dapat menampilkan SNR yang optimal. Hal ini, dipertegas bahwa nilai *R-Factor* kurang dari 4 mempunyai SNR yang optimal dan nilai *R-Factor* lebih dari 4 akan mengakibatkan SNR yang buruk (Lee et al., 2024). Peneliti berpendapat citra MRI pada sekuen RESOLVE-DWI yang dihasilkan nilai *R-Factor* GRAPPA 2 lebih optimal dalam menampilkan informasi diagnostik pada pemeriksaan MRI Pelvis kasus Kanker Serviks. Hal ini, didukung teori yang menyatakan nilai *R-Factor* GRAPPA 2 menghasilkan distorsi yang terlihat pada citra lebih sedikit, dibandingkan dengan citra yang diambil tanpa menggunakan teknik *parallel imaging*. Nilai *R-Factor* yaitu GRAPPA 2 paling optimal dalam menampilkan citra. Penggunaan nilai *R-Factor* GRAPPA sangat membantu untuk mengurangi distorsi gambar dan dapat menampilkan informasi diagnostik yang lebih baik pada batas-batas tumor, perluasan tumor, dan residual tumor (Maulida). Selain itu, menghasilkan *scan time* yang lebih singkat pada nilai *R-Factor* GRAPPA 2 yaitu 2 menit 12 detik sedangkan nilai *R-Factor* GRAPPA 1 yaitu 2 menit 22 detik. Nilai *R-Factor* GRAPPA 3 mempunyai *scan time* yaitu 2 menit 10 detik lebih cepat dibandingkan nilai *R-Factor* GRAPPA 2 tetapi, mempunyai SNR yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai *R-Factor* GRAPPA 1 dan nilai *R-Factor* GRAPPA 2 sehingga menyebabkan *noise* pada gambar. Selain itu, nilai *R-*

Factor GRAPPA 2 dapat menghasilkan citra yang lebih detail dengan batas tegas sehingga baik untuk memperlihatkan batas-batas tumor dan membantu dalam menentukan stadium kanker serviks.

Simpulan

1. Terdapat perbedaan informasi diagnostik pada penerapan nilai *R-Factor* GRAPPA 1, 2, dan 3 pada pemeriksaan MRI Pelvis sekuen RESOLVE-DWI kasus Kanker Serviks. Informasi diagnostik perluasan tumor terdapat 67% tumor dan *residual* tumor 22% 9 sampel.
2. Nilai *R-Factor* GRAPPA 2 menghasilkan informasi diagnostik lebih optimal dibandingkan dengan nilai *R-Factor* GRAPPA 1 dan GRAPPA 3.

DAFTAR PUSTAKA

- Bnoui, N., Rekik, I., Rhim, M. S., & Essoukri Ben Amara, N. (2019). Cross-View Self-Similarity Using Shared Dictionary Learning for Cervical Cancer Staging. *IEEE Access*, 7, 30079–30088. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2902654>
- Bozer, A., Adıbelli, Z. H., Yener, Y., & Dalgıç, A. (2024). Diagnostic performance of multishot echo-planar imaging (RESOLVE) and non-echo-planar imaging (HASTE) diffusion-weighted imaging in cholesteatoma with an emphasis on signal intensity ratio measurement. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 30(6), 370–377. <https://doi.org/10.4274/dir.2024.242767>
- Dudau, C., Draper, A., Gkagkanasiou, M., Charles-Edwards, G., Pai, I., & Connor, S. (2019). Cholesteatoma: multishot echo-planar vs non echo-planar diffusion-weighted MRI for the prediction of middle ear and mastoid cholesteatoma. *BJR Open*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.1259/bjro.20180015>
- Fritz, J., Guggenberger, R., & Grande, F. Del. (2021). Rapid Musculoskeletal MRI in 2021: Clinical Application of Advanced Accelerated Techniques. *American Journal of Roentgenology*, 216(3), 718–733. <https://doi.org/10.2214/AJR.20.22902>
- Hamilton, J., Franson, D., & Seiberlich, N. (2017). Recent advances in parallel imaging for MRI. *Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy*, 101, 71–95. <https://doi.org/10.1016/j.pnmrs.2017.04.002>
- Hwang, J., Hong, S. S., Kim, H., Chang, Y.-W., Nam, B. Da, Oh, E., Lee, E., & Cha, H. (2018). Reduced field-of-view diffusion-weighted MRI in patients with cervical cancer. *The British Journal of Radiology*, 91(1087), 1–7. <https://doi.org/10.1259/bjr.20170864>
- Jiang, J.-S., Zhu, L.-N., Wu, Q., Sun, Y., Liu, W., Xu, X.-Q., & Wu, F.-Y. (2020). Feasibility study of using simultaneous multi-slice RESOLVE diffusion weighted imaging to assess parotid gland tumors: comparison with conventional RESOLVE diffusion weighted imaging. *BMC Medical Imaging*, 20(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s12880-020-00492-1>
- Lee, Y., Yoon, S., Park, S. H., & Nickel, M. D. (2024). Advanced Abdominal MRI Techniques and Problem-Solving Strategies. *Journal of the Korean Society of Radiology*, 85(2), 345–362. <https://doi.org/10.3348/jksr.2023.0067>
- Maulidya, I., Wibowo, G. M., & Murniati, E. (2018). DIFFERENCES OF ACCELERATION FACTOR APPLICATION TOWARD CHARACTERISTICS OF DIAGNOSTIC IMAGE T2WI FSE IN MRI LUMBAL HERNIATED NUCLEUS PULOSUS (HNP) CASE. *Jurnal Imejng Diagnostik (JImeD)*, 4(2), 90–97. <https://doi.org/10.31983/jimed.v4i2.4005>

- Messina, C., Bignone, R., Bruno, A., Bruno, A., Bruno, F., Calandri, M., Caruso, D., Coppolino, P., De Robertis, R., Gentili, F., Grazzini, I., Natella, R., Scalise, P., Barile, A., Grassi, R., & Albano, D. (2020). Diffusion-Weighted Imaging in Oncology: An Update. *Cancers*, *12*(6), 1–26. <https://doi.org/10.3390/cancers12061493>
- Nketiah, G., Selnæs, K. M., Sandsmark, E., Teruel, J. R., Krüger-Stokke, B., Bertilsson, H., Bathen, T. F., & Elschot, M. (2018). Geometric distortion correction in prostate diffusion-weighted MRI and its effect on quantitative apparent diffusion coefficient analysis. *Magnetic Resonance in Medicine*, *79*(5), 2524–2532. <https://doi.org/10.1002/mrm.26899>
- Park, J. J., Kim, C. K., & Park, B. K. (2016). Prediction of disease progression following concurrent chemoradiotherapy for uterine cervical cancer: value of post-treatment diffusion-weighted imaging. *European Radiology*, *26*(9), 3272–3279. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-4156-7>
- Westbrook, C. (2016). *MRI at a Glance. Third Edition*.
- Yu, J. Y., Zhang, D., Huang, X. L., Ma, J., Yang, C., Li, X. J., Xiong, H., Zhou, B., Liao, R. K., & Tang, Z. Y. (2020). Quantitative Analysis of DCE-MRI and RESOLVE-DWI for Differentiating Nasopharyngeal Carcinoma from Nasopharyngeal Lymphoid Hyperplasia. *Journal of Medical Systems*, *44*(4), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01549-y>
- Zaki, M. M., Hegazy, E. A., Abdelhamid, M. I., & El-Mogy, S. A. (2018). The role of parallel imaging technique in decreasing geometric distortion artifact in diffusion weighted imaging of the brain. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*, *49*(3), 732–736. <https://doi.org/10.1016/j.ejrnm.2018.05.009>
- Zaman, S. U., Rangankar, V. P., Krishnarjun, M., Kalekar, T. M., Shah, V. P., Pawar, R., & Kulothungan, G. (2024). Readout-Segmented Echoplanar (RESOLVE) Diffusion-Weighted Imaging on 3T MRI in Detection of Cholesteatoma—Our Experience. *Indian Journal of Radiology and Imaging*, *34*(01), 16–24. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1776054>