

VARIASI RECEIVE BANDWIDTH TERHADAP SIGNAL TO NOISE RATIO (SNR) DAN CONTRAST TO NOISE RATIO (CNR) PADA PEMERIKSAAN MRI CERVICAL DENGAN SEKUEN T2 WEIGHTED FAST SPIN ECHO POTONGAN AXIAL PADA KASUS HERNIA NUCKLEUS PULPOSUS (HNP)

EFFECT OF RECEIVE BANDWIDTH'S VARIATION TO SIGNAL TO NOISE RATIO (SNR) AND CONTRAST TO NOISE RATIO (CNR) ON MRI EXAMINATION OF CERVICAL WITH T2 WEIGHTED FAST SPIN ECHO SEQUENC HERNIA NUCKLEUS PULPOSUS (HNP) CASE

Muhammad Raizal Rais¹⁾, Bagus Abimanyu²⁾, Darmini³⁾

^{1),2),3)} Poltekkes Kemenkes Semarang

e-mail : bagus_abimanyu@mail.com

ABSTRACT

Background : The *received bandwidth* parameter is a parameter that can affect the value of SNR and CNR. The use of bandwidth value on the MRI 1.5 Tesla for cervical MRI examination with T2 *Weighted Fast Spin Echo* sequence axial used a value of 27.87Hz/px. By doing the variation of *bandwidth*, the quality of SNR and CNR image is different. The purpose of this study is to determine the effect of bandwidth variation on SNR and CNR. To know the optimal value of receive bandwidth variation on cervical MRI examination with T2 *Weighted Fast Spin Echo* sequence in Herniated Nucleus Pulposus (HNP) case.

Methods : This type of research is qualitative research with experimental approach. This study was conducted using MRI GE 1.5 Tesla at Bethesda Hospital Yogyakarta. Data in the form of 10 images of cervical MRI T2 FSE axial slice of 10 patients with 3 received bandwidth variation (20.83Hz / px, 27.87Hz / px and 31.25Hz / px). To determine SNR and CNR values, Region of Interest (ROI) with size 1mm² were placed on *Discus Intervertebralis, Cerebrospinal Fluid, Spinal Cord and Ligament Flavum*. And to get the average value of the signal then the average of signal was divided by the standard deviation from the background. The analysis was done by *linear regression test* and *friedman mean rank test*.

Results : The result of research shows that there is influence between *receive bandwidth* variation on SNR and CNR cervical. The value of 20,83Hz/px receive bandwidth variation in cervical MRI examination with T2 Weighted Fast Spin Echo sequence result in optimal SNR and CNR value.

Conclusion : There was the effect of the receive bandwidth of the SNR and CNR on MRI cervical sequences T2WI FSE axial. Receive Bandwidth optimum value in MRI cervical T2WI FSE axial is 20,83Hz/px.

Keywords : *Bandwidth, SNR, CNR, Cervical HNP*

PENDAHULUAN

Hernia nucleus pulposus (HNP) merupakan turunya kandungan annulus fibrosus dari diskus intervertebralis pada spinal cord dengan tekanan dari nucleus pulposus yang menyebabkan kompresi pada element saraf (Lotke dkk, 2008).

Saat ini MRI merupakan pemeriksaan rutin di rumah sakit besar. Pemeriksaan MRI 90% dilakukan pada organ vertebra dan kepala sedangkan sisanya 10% untuk pemeriksaan organ yang lain (Rasad, 2011).

Magnetic resonance imaging (MRI) merupakan pemeriksaan radiodiagnostik yang menghasilkan gambaran potongan tubuh manusia dengan menggunakan medan magnet tanpa menggunakan sinar-X. MRI mampu menghasilkan citra dengan berbagai potongan (multiplanar) yaitu potongan axial, coronal serta sagital tanpa dilakukan rekonstruksi gambar terlebih dahulu (Rasad, 2011).

Pemeriksaan MRI vertebra merupakan pemeriksaan yang sering dijumpai dilapangan, Salah satunya pada pemeriksaan MRI cervical. Vertebra cervical merupakan organ yang

ukuran terkecil dibanding dengan vertebra thoracal dan lumbal (Snell, 2006).

Teknik pemeriksaan MRI cervical digunakan pembobotan T2 dan T1 dengan sekuen yang digunakan, meliputi T2* GRE, T2* MERGE, T2 FRFSE, T1 FSE dan T2 FSE pada potongan axial. Salah satu yang sering digunakan pada pemeriksaan MRI cervical dengan pesawat 1,5 Tesla pada potongan axial yaitu digunakan pulsa sekuen fast spin echo (FSE) dengan pembobotan T2 (Elmaoglu, 2012).

Fast Spin Echo (FSE) merupakan sekuens spin echo (SE) dengan beberapa kali pulsa 1800 rephasing dalam satu TR. Pada pembobotan T2 FSE nilai scan time yang diperoleh menjadi lebih singkat dan juga penggunaan sekuens FSE akan meningkatkan nilai signal to noise ratio (SNR) Westbrook (2014).

SNR merupakan perbandingan antara besarnya rasio sinyal amplitudo terhadap amplitudo noise rata-rata. Kualitas citra pada MRI yang bagus ditentukan oleh empat karakteristik yaitu SNR, CNR, spatial resolution dan scan time. Untuk mendapatkan hasil citra dengan kualitas citra

yang bagus maka dipengaruhi suatu parameter. Parameter tersebut meliputi Time Repetition (TR), Time Echo (TE), Echo Train Length (ETL), Time Inversion (TI), NEX, Field Of View (FOV), Slice Thickness, dan Receive Bandwidth (Blink, 2004).

Pengaturan parameter yang dapat mempengaruhi nilai SNR dan CNR yaitu receive bandwidth. Bandwidth adalah rentang frekuensi yang terjadi pada sampling data pada obyek yang di scan. Semakin kecil bandwidth maka noise yang dihasilkan kecil dengan nilai SNR meningkat dan waktu sampling juga meningkat, begitu juga sebaliknya bila nilai receive bandwidth meningkat akan berbanding terbalik dengan nilai SNR dan scan time (Westbrook, 2014).

Menurut Elmaoglu (2012), penggunaan nilai bandwidth pada pesawat MRI 1,5 tesla untuk pemeriksaan MRI cervical dengan sekuen T2 FSE pada potongan axial digunakan nilai 31,25 Hz/px. Sedangkan menurut Sundseth dkk (2013), bahwa pemeriksaan MRI cervical pada pesawat MRI 1,5 Tesla potongan axial pembobotan T2 dengan sekuen FSE menggunakan nilai bandwidth 190 Hz/px. Menurut jurnal Sugiyanto dkk (2017), bahwa penggunaan nilai bandwidth dengan pesawat MRI 1,5 Tesla pada pemeriksaan cervical sekuen T1WI FSE potongan sagital dengan nilai bandwidth 106 Hz/px yang memiliki nilai rata-rata SNR 160,5 dan rata-rata CNR 76,59 Hz/px.

Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilaksanakan di Rumah Sakit Bethesda Yogyakarta dengan pemeriksaan MRI Cervical pada kasus HNP, bahwa nilai receive bandwidth yang ada di lapangan (27,87 Hz/px) dan nilai bandwidth yang ada di teori Elmaoglu (2012) (31,25 Hz/px) memiliki perbedaan yang meliputi waktu scan time yang relatif singkat pada bandwidth 31,25 Hz/px dengan waktu 3.14 menit dibandingkan bandwidth 27,87 Hz/px dengan scan time 3.27 menit. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi receive bandwidth terhadap SNR dan CNR pada pemeriksaan MRI cervical dengan sekuen T2 Weighted Fast Spin Echo potongan axial pada kasus HNP. Dan untuk mengetahui nilai receive bandwidth yang optimal pada pemeriksaan MRI cervical dengan sekuen T2 WI FSE potongan axial pada kasus HNP.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Penelitian dilakukan pada bulan Februari sampai Maret 2018 di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bethesda Yogyakarta. Populasi dan sampel penelitian adalah citra MRI cervical dengan kasus HNP dari 10 pasien. Prosedur penelitian dengan melakukan scanning MRI cervical dengan sekuen T2WI FSE potongan axial dengan mengatur parameter receive bandwidth pada variasi 20,83Hz/px, 27,87Hz/px dan 31,25Hz/px dengan variabel terkontrol tetap. Kemudian dilakukan pengukuran SNR dengan cara ROI pada daerah Diskus, CSF, Spinal cord, Ligamentum Flavum dan Background dengan ukuran masing-masing sebesar 1 mm². Perhitungan nilai SNR yaitu sinyal rata-rata dibagi dengan standar deviasi (background). Pengukuran CNR dilakukan dengan cara menghitung selisih nilai SNR dari Ligamen

Flavum dengan CSF, Ligamen Flavum dengan Discus, Spinal Cord dengan CSF, Spinal Cord dengan Ligamen Flavum, Discus dengan CSF dan Discus dengan Spinal Cord.

Analisis data dilakukan uji statistik dengan aplikasi SPSS. Data tersebut diuji dengan Shapiro Wilk test untuk mengetahui normalitas data. Selanjutnya data diolah dengan uji regresi linier untuk mengetahui apakah ada pengaruh yang bermakna dari variasi receive bandwidth terhadap SNR dan CNR pada pemeriksaan MRI cervical T2WI FSE potongan axial. Serta dilakukan uji Friedman mean rank untuk mengetahui variasi nilai receive bandwidth yang optimal.

HASIL

Penelitian dilakukan terhadap 10 pasien dengan indikasi HNP di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Bethesda Yogyakarta.

Pasien	Jenis Kelamin	Umur	Berat Badan
1	L	49 th	50 kg
2	L	65 th	65 kg
3	L	57 th	74 kg
4	P	61 th	68 kg
5	L	73 th	60 kg
6	P	57 th	53 kg
7	P	54 th	58 kg
8	L	30 th	62 kg
9	L	57 th	79 kg
10	P	53 th	54 kg

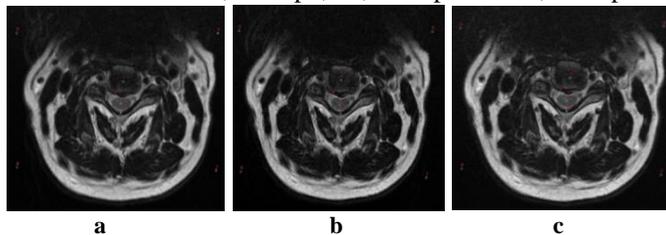
Tabel 1. Karakteristik Pasien (Data Primer, 2018)

Dari 10 pasien tersebut diperoleh citra pada MRI cervical pada potongan axial dengan variasi receive bandwidth 20,83Hz/px, 27,87Hz/px dan 31,25Hz/px. Masing-masing pasien menghasilkan 15 citra per-variasi nilai receive bandwidth, lalu dipilih salah satu potongan yang dapat menampakkan kelainan HNP pada anatomi Discus Intervertebralis, Cerebrospinal Fluid (CSF), Spinal Cord dan Ligamentum Flavum. Berikut ini adalah pengambilan slice pada pemeriksaan MRI cervical pada kasus HNP:

Tabel 2. Pengambilan Slice pada pemeriksaan MRI cervical (Data Primer, 2018)

Pasien	Slice ke
1	4
2	3
3	9
4	9
5	12
6	7
7	4
8	11
9	7
10	9

Selanjutnya dilakukan pengukuran citra MRI cervical berupa SNR dan CNR dengan ukuran ROI sebesar 1 mm². Untuk perhitungan SNR yaitu mean dibagi dengan standar deviasi (background). Kemudian untuk perhitungan CNR yaitu signal rata-rata SNR b dikurangi signal rata-rata SNR a. Berikut adalah hasil pengukuran citra MRI cervical pada variasi bandwidth 20,83Hz/px, 27,87Hz/px dan 31,25Hz/px :



Gambar 1. Hasil ROI (a). receiver bandwidth 20,83Hz/px (b). 27,87Hz/px dan (c). 31,25Hz/px (Data Primer, 2018)

Pengukuran ROI pada display monitor akan muncul nilai mean dan standar deviasi (SD). Kemudian dicatat kedalam tabel. Berikut hasil dari rata-rata SNR dan CNR cervical :

Tabel 3. Hasil rata-rata pengukuran SNR dan CNR cervical dari masing-masing anatomi (Data Primer, 2018)

Organ Cervical	Variasi Receive Bandwidth		
	20,83	27,87	31,25
<i>Discus</i>	15,17	12,19	9,27
<i>CSF</i>	77,61	58,97	52,21
<i>Spinal Cord</i>	56,71	41,65	35,81
<i>Ligamen Flavum</i>	39,97	25,96	24,53
Rata-Rata SNR Cervical	47,37	34,69	30,45
<i>Lig Flavum – CSF</i>	37,64	33,01	27,68
<i>Lig Flavum – Discus</i>	24,80	13,77	15,26
<i>Spinal Cord – CSF</i>	20,91	17,32	12,22
<i>Spinal Cord-Lig Flavum</i>	16,73	15,69	11,29
<i>Discus- CSF</i>	62,44	46,77	42,94
<i>Discus-Spinal Cord</i>	41,54	29,46	26,54
Rata-Rata CNR Cervical	34,01	26,00	22,66

1. Uji normalitas data SNR dan CNR variasi receive bandwidth pada pemeriksaan MRI cervical dengan sekuen T2 Weighted Fast Spin Echo potongan axial pada kasus Herniated Nucleus Pulposus (HNP)

Berikut adalah hasil uji normalitas data (*Shapiro-Wilk*) SNR dan CNR pada variasi bandwidth 20,83Hz/px, 27,87Hz/px dan 31,25Hz/px:

Tabel 4. Hasil uji normalitas data SNR dan CNR (*Shapiro Wilk*) (Data Primer, 2018)

Organ Cervical	<i>p value</i>		
	20,83	27,87	31,25
<i>Discus</i>	0,867	0,091	0,894
<i>CSF</i>	0,836	0,469	0,374
<i>Spinal Cord</i>	0,291	0,954	0,165
<i>Ligamen Flavum</i>	0,208	0,894	0,680
<i>Lig Flavum – CSF</i>	0,821	0,725	0,697
<i>Lig Flavum – Discus</i>	0,578	0,208	0,185
<i>Spinal Cord – CSF</i>	0,409	0,836	0,911
<i>Spinal Cord - Lig Flavum</i>	0,153	0,461	0,463
<i>Discus – CSF</i>	0,656	0,645	0,110
<i>Discus - Spinal Cord</i>	0,307	0,324	0,070

2. Pengaruh variasi receive bandwidth terhadap SNR dan CNR pada pemeriksaan MRI cervical dengan sekuen T2 Weighted Fast Spin Echo potongan axial pada kasus Hernia Nucleus Pulposus (HNP)

a. Pengaruh variasi *receive bandwidth* terhadap SNR pada pemeriksaan MRI cervical dengan sekuen T2 *Weighted Fast Spin Echo* potongan axial pada kasus HNP

Hasil uji korelasi person antara variasi *receive bandwidth* dengan SNR maka didapatkan hasil nilai sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Uji Korelasi SNR cervical (Data Primer, 2018)

SNR	<i>R</i>	<i>Sig</i>	<i>p value</i>
<i>Discus</i>	-0,764	0,000	< 0,05
<i>CSF</i>	-0,878	0,000	< 0,05
<i>Spinal Cord</i>	-0,840	0,000	< 0,05
<i>Ligamen Flavum</i>	-0,844	0,000	< 0,05

Hasil uji korelasi diperoleh nilai *p value* < 0,05, dimana pada tanda negatif korelasi (*r*) menunjukkan bahwa hubungan bersifat berbanding terbalik, artinya bila semakin naik nilai *bandwidth* maka semakin turun nilai SNR begitu pula sebaliknya.

Selanjutnya hasil uji regresi diperoleh dengan nilai *p value* < 0,05 yang berarti ada pengaruh variasi *bandwidth* terhadap SNR. Dalam uji *regresi linier* juga diperoleh *R Square* yaitu suatu nilai koefisien determinasi yang dapat diinterpretasikan dalam persentase (%) dimana semakin mendekati 100% maka variasi independen (*bandwidth*) semakin berpengaruh terhadap variasi dependen (SNR). Berikut adalah hasil nilai determinasi (*R Square*):

Tabel 6. Nilai *R Square* hasil uji regresi linier SNR (Data Primer, 2018)

SNR	<i>R Square</i>	<i>Sig</i>	<i>p value</i>
<i>Discus</i>	0,584	0,000	< 0,05
CSF	0,771	0,000	< 0,05
<i>Spinal Cord</i>	0,706	0,000	< 0,05
<i>Ligamen Flavum</i>	0,713	0,029	< 0,05

Hasil uji regresi selanjutnya diperoleh nilai persamaan linier seperti tabel berikut:

Tabel 7. Nilai Persamaan linier SNR (Data Primer, 2018)

SNR	B Constant	Koefisien Korelasi	Persamaan
<i>Discus</i>	18,111	-2,950	$y=18,111-2,950x$
CSF	88,333	-12,702	$y=88,333-12,702x$
<i>Spinal Cord</i>	66,280	-10,695	$y=66,280-10,695x$
<i>Ligamen Flavum</i>	45,601	-7,724	$y=45,601-7,724x$

Keterangan :
 $y = \text{SNR}$
 $x = \text{Bandwidth}$

Pada tabel diatas menjelaskan bahwa persamaan regresi B constant dapat diartikan apabila nilai *bandwidth* (x) adalah 0 maka SNR (y) yang dihasilkan. Karena koefisien regresi bernilai negatif (-) maka menyatakan bahwa setiap kenaikan dari variasi *bandwidth* 20,83Hz/px, 27,87Hz/px dan 31,25Hz/px SNR akan menurun.

- b. Pengaruh variasi receive bandwidth terhadap CNR pada pemeriksaan MRI cervical dengan sekuen T2W *Fast Spin Echo* potongan axial pada kasus HNP

Hasil uji korelasi person antara variasi *receive bandwidth* dengan CNR maka didapatkan hasil nilai sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil uji korelasi CNR cervical (Data Primer, 2018)

CNR	<i>R</i>	<i>Sig</i>	<i>p value</i>
<i>Lig Flavum – CSF</i>	-0,607	0,000	< 0,05
<i>Lig Flavum – Discus</i>	-0,715	0,000	< 0,05
<i>Spinal Cord – CSF</i>	-0,407	0,025	< 0,05
<i>Spinal Cord - Lig Flavum</i>	-0,392	0,032	< 0,05
<i>Discus - CSF</i>	-0,816	0,000	< 0,05
<i>Discus - Spinal Cord</i>	-0,730	0,000	< 0,05

Hasil uji korelasi diperoleh nilai *p value* < 0,05, dimana pada tanda negatif korelasi (*r*) menunjukkan bahwa hubungan bersifat berbanding terbalik, artinya bila semakin naik nilai *bandwidth* maka semakin turun nilai SNR begitu pula sebaliknya.

Berdasarkan uji korelasi tersebut maka dilanjutkan dengan uji regresi linier. Dari uji statistik regresi diperoleh nilai *R Square* dengan nilai *p value* < 0,05 yang artinya ada pengaruh antara variasi *receive bandwidth* terhadap CNR. Dalam uji regresi linier juga diperoleh *R Square* yaitu suatu nilai koefisien determinasi yang dapat diinterpretasikan dalam presentase (%) dimana semakin mendekati 100% maka variasi independen (*bandwidth*) semakin berpengaruh terhadap variasi dependen (CNR). Berikut adalah hasil nilai determinasi (*R Square*):

Tabel 9. Nilai *R Square* hasil uji regresi linier CNR cervical (Data Primer, 2018)

CNR	<i>R Square</i>	<i>Sig</i>	<i>p value</i>
<i>Lig Flavum–CSF</i>	0,369	0,000	< 0,05
<i>Lig Flavum–Discus</i>	0,511	0,000	< 0,05
<i>Spinal Cord – CSF</i>	0,166	0,025	< 0,05
<i>Spinal Cord - Lig Flavum</i>	0,154	0,032	< 0,05
<i>Discus - CSF</i>	0,665	0,000	< 0,05
<i>Discus - Spinal Cord</i>	0,532	0,000	< 0,05

Hasil uji regresi selanjutnya diperoleh nilai persamaan linier seperti tabel berikut:

Tabel 10. Nilai persamaan linier CNR cervical (Data Primer, 2018)

CNR	B Constant	Koefisien Korelasi	Persamaan
<i>Lig Flavum–CSF</i>	42,732	-4,979	$y=42,732-4,979x$
<i>Lig Flavum–Discus</i>	27,490	-4,774	$y=27,490-4,774x$
<i>Spinal Cord–CSF</i>	24,833	-4,092	$y=24,833-4,092x$
<i>Spinal Cord-Lig Flavum</i>	20,679	-2,972	$y=20,679-2,972x$
<i>Discus- CSF</i>	70,222	-9,752	$y=70,222-9,752x$
<i>Discus-Spinal Cord</i>	48,169	-7,745	$y=48,169-7,745x$

Keterangan :
 $y = \text{CNR}$
 $x = \text{Bandwidth}$

Pada tabel dibawah ini menjelaskan persamaan regresi B constant dapat diartikan apabila nilai *bandwidth* (x) adalah 0 maka SNR (y) yang dihasilkan. Karena koefisien regresi bernilai negatif (-) maka menyatakan bahwa setiap kenaikan dari variasi *bandwidth* 20,83Hz/px, 27,87Hz/px dan 31,25Hz/px SNR akan menurun.

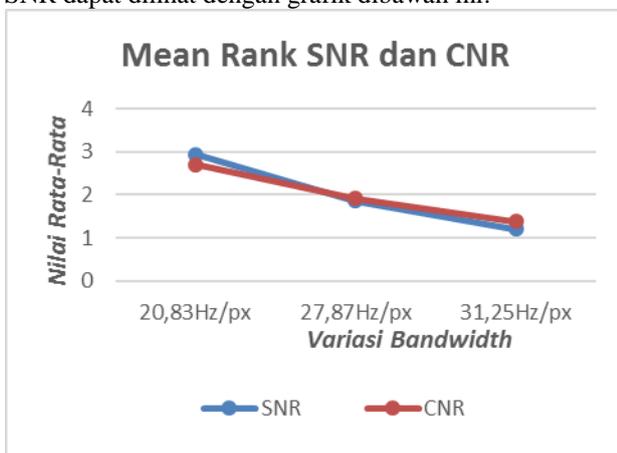
3. Nilai *receive bandwidth* yang optimal pada pemeriksaan MRI Cervical dengan sekuen T2 Weighted Fast Spin Echo potongan axial pada kasus Hernia Nucleus Pulposus (HNP)

Berikut merupakan hasil uji *Friedman mean rank* dengan nilai variasi *receive bandwidth* 20,83 Hz/px, 27,87 Hz/px, dan 31,25 Hz/px pada pemeriksaan MRI cervical dengan sekuen T2WI FSE potongan axial pada kasus HNP:

Tabel 11. Hasil Uji *Mean Rank* SNR dan CNR Cervical (Data Primer, 2018)

No	<i>Receive bandwidth</i>	SNR	CNR
1.	20,83 Hz/px	2,95	2,70
2.	27,87 Hz/px	1,85	1,92
3.	31,25 Hz/px	1,20	1,38

Tabel diatas menunjukkan nilai *mean rank* dari hasil nilai SNR dan CNR cervical pada potongan axial dengan masing-masing variasi *receive bandwidth*. Berikut adalah hubungan pada variasi *bandwidth* dengan SNR dapat dilihat dengan grafik dibawah ini:



Gambar 2. Grafik nilai *mean rank* SNR dan CNR cervical (Data Primer, 2018)

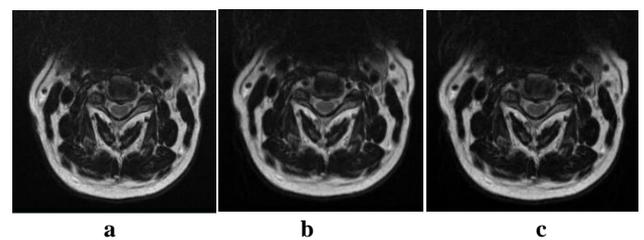
Grafik diatas menjelaskan nilai *mean rank* SNR dan CNR pada variasi 20,83Hz/px, 27,87Hz/px dan 31,25Hz/px, dimana pada nilai *bandwidth* 20,83Hz/px menghasilkan nilai SNR dan CNR tinggi dibanding pada variasi *bandwidth* 31,25Hz/px dengan nilai SNR dan CNR yang rendah.

PEMBAHASAN

1. Pengaruh variasi *receive bandwidth* terhadap *Signal To Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast To Noise Ratio* (CNR) pada pemeriksaan MRI Cervical dengan sekuen T2 Weighted Fast Spin Echo potongan axial pada kasus *Hernia Nucleus Pulposus* (HNP)

a. Pengaruh variasi *receive bandwidth* dengan SNR pada pemeriksaan MRI cervical dengan sekuen T2 *Weighted Fast Spin Echo* potongan axial pada kasus *Hernia Nucleus Pulposus* (HNP)

Berdasarkan hasil uji *regresi linier* menyatakan bahwa ada pengaruh variasi *bandwidth* terhadap SNR *Discus*, *CSF*, *Spinal Cord* dan *Ligamen Flavum* pada potongan axial T2WI FSE dengan nilai kemaknaan (*p value*) pada SNR *Discus* intervertebralis yaitu 0,000 dengan nilai korelasi $r = 0,764$, *CSF* 0,000 dengan nilai korelasi $r = 0,878$, *Spinal Cord* 0,000 dengan nilai korelasi $r = 0,840$ dan *Ligamen Flavum* 0,000 dengan nilai korelasi $r = 0,844$. Pada hasil tersebut diperoleh nilai *signifikan* $p < 0,05$ yang artinya ada pengaruh antara variasi *bandwidth* dengan SNR. Pada tingkat kemaknaan koefisien korelasi SNR *Discus Intervertebralis* memiliki tingkat korelasi yang kuat yaitu dengan korelasi $r = 0,764$ sedangkan pada SNR *CSF*, *Spinal Cord* dan *Ligamen Flavum* memiliki tingkat korelasi yang sangat kuat yaitu dengan nilai korelasi $r = 0,878$, $r = 0,840$ dan $r = 0,844$. Dimana pada tanda negatif korelasi (r) menunjukkan bahwa hubungan bersifat berbanding terbalik, artinya bila semakin tinggi variasi *bandwidth* maka nilai SNR yang dihasilkan rendah, begitu sebaliknya. Berikut adalah hasil citra MRI cervical pada masing-masing variasi *receive bandwidth* 20,83Hz/px, 27,87Hz/px dan 31,25Hz/px.



Gambar 3. Hasil Citra MRI cervical pada (a). *receive bandwidth* 20,83Hz/px (b). 27,87Hz/px dan (c). 31,25Hz/px (Data Primer, 2018)

Berdasarkan hasil citra diatas menunjukkan bahwa pada nilai *receive bandwidth* 20,83 Hz/px menghasilkan gambaran yang homogen dikarenakan sinyal yang diperoleh lebih maksimal dengan menghasilkan sedikit *noise*, dibanding pada variasi *bandwidth* 27,87Hz/px dan 31,25Hz/px. Pada nilai *receive bandwidth* 31,87 Hz/px akan

menghasilkan noise yang banyak dengan menurunkan SNR. Menurut Westbrook (2016), nilai *receive bandwidth* yang kecil akan menghasilkan sedikit *noise* dengan meningkatnya SNR. Begitu juga sebaliknya bila nilai *receive bandwidth* tinggi maka akan menghasilkan noise yang tinggi dengan SNR yang kecil.

Dari hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa nilai *receive bandwidth* mempengaruhi nilai SNR. Menurut Hashemi (2010), *Receive bandwidth* merupakan rentang frekuensi yang terjadi pada sampling data pada obyek yang di scan. Dimana nilai *receive bandwidth* yang sempit akan menghasilkan SNR yang tinggi, Begitu juga sebaliknya. Hal ini ditentukan sebagian oleh kekuatan *gradient readout*. Menurut Westbrook (2014), dengan mengurangi *receive bandwidth* akan menurunkan porsi dari *noise* pada *signal* cara tersebut merupakan cara yang efektif untuk menaikkan nilai SNR.

Menurut Mc.Robbie (2006), Pada *bandwidth* yang lebar akan menghasilkan lebih banyak *noise*. Bila rentang frekuensi yang diukur besar maka *noise* akan memberikan kontribusi untuk sinyal, sehingga SNR yang dihasilkan sedikit. $BW = N_x/T_{line}$ (waktu sampling), dimana N_x adalah jumlah fekuensi encoding dan T_{line} total waktu sampling untuk pengisian full *k-space*. Menurunkan nilai *bandwidth* 2 akan menaikkan nilai SNR $\sqrt{2}$ atau sinyal 41% lebih tinggi.

Faktor lain yang mempengaruhi SNR selain *receive bandwidth* yaitu faktor inherensi jaringan (obyek), faktor komponen MRI dan faktor teknis. Faktor inherensi jaringan (obyek) yaitu seperti densitas proton yang diperiksa, dimana semakin tinggi densitas proton maka semakin tinggi nilai SNR yang dihasilkan, waktu relaksasi T1 dan T2 yang pendek menyebabkan SNR meningkat, adanya gerakan fisiologi seperti aliran darah, CSF dan Chemical shift pada obyek menyebabkan SNR menurun. Faktor komponen MRI seperti magnet utama, shim coil, radiofrekuensi coil dan sistem komputer. Kemudian faktor teknis, berupa pengaturan parameter yang digunakan seperti tebal irisan, TR, *Flip angle*, NEX dan penggunaan coil (Westbrook, 2011).

- b. Pengaruh variasi *receive bandwidth* dengan CNR pada pemeriksaan MRI cervical dengan sekuen T2 *Weighted Fast Spin Echo* potongan axial pada kasus *Hernia Nucleus Pulposus* (HNP)

Setelah perhitungan SNR, diteruskan dengan perhitungan CNR yang merupakan selisih nilai SNR dari organ yang berdekatan dalam satu citra. Berdasarkan hasil SPSS 24 uji statistik regresi linier menyatakan bahwa nilai korelasi CNR *Lig Flavum* dengan *CSF*, dengan nilai koefisien korelasi $r =$

0,607 dengan nilai determinasi *R Square* 0,369, *Lig Flavum* dengan *Discus*, dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,715$ dengan nilai determinasi *R Square* 0,511, *Spinal Cord* dengan *CSF*, dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,407$ dengan nilai determinasi *R Square* 0,166, *Spinal Cord* dengan *Ligamen Flavum*, dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,392$ dengan nilai determinasi *R Square* 0,154, *Discus* dengan *CSF* dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,816$ dengan nilai determinasi *R Square* 0,665 dan *Discus* dengan *Spinal Cord* dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,730$ dengan nilai determinasi *R Square* 0,532 dengan nilai *p value* $< 0,05$ yang artinya ada hubungan antara variasi *bandwidth* dengan CNR. Untuk tingkat hubungan koefisien korelasi pada organ *Discus* dengan *CSF* memiliki tingkat korelasi yang sangat kuat dengan nilai $r = 0,816$. Untuk CNR *Lig Flavum* dengan *CSF*, *Lig Flavum* dengan *Discus* dan *Discus* dengan *Spinal Cord* memiliki tingkat koefisien korelasi yang kuat dengan nilai korelasi masing-masing adalah $r = 0,607$, $r = 0,715$ dan $r = 0,730$. Sedangkan untuk CNR *Spinal Cord* dengan *CSF* dan *Spinal Cord* dengan *Ligamen Flavum* memiliki tingkat korelasi yang sedang dengan masing-masing nilai korelasi sebesar $r = 0,407$ dan $r = 0,392$.

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat dikatakan bahwa nilai *receive bandwidth* mempengaruhi terhadap nilai CNR. Menurut Hashemi (2010), *Receive bandwidth* berbanding terbalik dengan nilai CNR dimana nilai *receive bandwidth* yang kecil maka CNR yang dihasilkan tinggi. *Receive bandwidth* merupakan rentang frekuensi yang terjadi pada sampling data pada obyek yang di scan. *Receive bandwidth* dapat mempengaruhi CNR karena CNR merupakan perbedaan SNR dari jaringan organ yang berdekatan. Dimana setiap organ memiliki nilai inherensi jaringan yang berbeda-beda.

Menurut Moeller (2007), Nilai proton densitas yang dimiliki pada setiap orang berbeda-beda. Seperti *discus* mengandung *fibrocartilago* dan *nukleus pulposus* tampak lebih *hipointens*, *spinal cord* mengandung lapisan meningen akan tampak *intermediet* dan *CSF* mengandung *liquor* akan tampak *hiperintense*. Selain itu waktu relaksasi T1 dan T2 jaringan serta gerakan fisiologis jaringan akan mempengaruhi CNR. Nilai CNR akan lebih terlihat jika menggunakan pembobotan T2. CNR yang baik akan dapat menunjukkan perbedaan daerah yang patologis dengan daerah yang sehat.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi CNR selain *receive bandwidth* yaitu dengan menggunakan kontras media dengan memiliki *magnetization transfer* dan menghilangkan gambaran jaringan normal dengan menggunakan

spectral pre saturation atau menggunakan *Short Tau Inversion Recovery (STIR)* dan *Fluid Attenuated Inversion Recovery (FLAIR)* untuk menekan jaringan tertentu (Westbrook, 2011).

2. Nilai *receive bandwidth* yang optimal pada pemeriksaan MRI Cervical dengan sekuen T2 *Weighted Fast Spin Echo* potongan axial pada kasus *Hernia Nucleus Pulposus (HNP)*

Berdasarkan hasil uji *mean rank SNR*, pada *receive bandwidth* 20,83Hz/px memiliki nilai SNR tertinggi yaitu dengan nilai 2,95 sehingga pada *receive bandwidth* 20,83Hz/px menghasilkan SNR terbaik. Pada *receive bandwidth* 31,25Hz/px memiliki nilai SNR terendah yaitu dengan nilai 1,20. Sedangkan pada *receive bandwidth* 27,87Hz/px menghasilkan nilai SNR sedang yaitu dengan nilai 1,85.

Hasil uji *mean rank CNR*, pada *bandwidth* 20,83Hz/px memiliki nilai CNR 2,70, *bandwidth* 27,87Hz/px dengan nilai CNR 1,92 dan *bandwidth* 31,25Hz/px memiliki nilai SNR 1,38. Dari nilai uji mean rank maka nilai CNR tertinggi pada variasi 20,83Hz/px, nilai CNR sedang pada variasi 27,87 Hz/px dan nilai CNR terendah pada variasi 31,25Hz/px.

Berdasarkan jurnal Sugiyanto dkk (2017), menyatakan bahwa semakin kecil nilai *receive bandwidth* maka *noise* akan semakin kecil tetapi nilai SNR dan CNR yang diperoleh akan semakin meningkat. Begitu juga sebaliknya bila nilai *receive bandwidth* lebar, *noise* yang dihasilkan akan meningkat tetapi SNR dan CNR yang dihasilkan akan menurun.

Nilai *receive bandwidth* berbanding terbalik dengan nilai SNR dimana *receive bandwidth* yang kecil maka SNR yang dihasilkan tinggi. Semakin kecil *bandwidth* maka *noise* akan semakin kecil, tetapi akan berpengaruh pada TE minimal yang dipilih. Hal ini ditentukan sebagian oleh kekuatan *gradient readout* dan data *sampling rate*. *Receive bandwidth* merupakan rentang frekuensi yang terjadi pada sampling data pada obyek yang di scan (Hashemi, 2010).

SNR dan CNR adalah kriteria kualitas gambar yang penting untuk digunakan menghasilkan gambaran yang bagus dengan waktu scan time yang pendek dan resolusi yang tinggi dengan sedikit artefak Menurut Westbrook dkk (2011).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, nilai SNR dan CNR yang optimal untuk pemeriksaan MRI cervical dengan sekuen T2 *Weighted Fast Spin Echo* potongan axial pada nilai *receive bandwidth* 20,83Hz/px.

SIMPULAN

Ada pengaruh variasi *Receive Bandwidth* terhadap SNR dan CNR dengan arah hubungan bersifat negatif (-) yang menunjukkan bahwa hubungan bersifat berbanding terbalik, artinya semakin naik nilai *receive bandwidth* maka semakin turun nilai SNR dan CNR begitu pula sebaliknya.

Nilai variasi *Receive Bandwidth* yang optimal pada pemeriksaan MRI cervical dengan sekuen T2 *Weighted Fast Spin Echo* potongan axial dengan nilai *receive bandwidth* 20,83Hz/px yaitu dengan nilai *mean rank SNR* 2,95 dan *mean rank CNR* 2,70. Dimana nilai *receive bandwidth* yang sempit maka nilai SNR dan CNR yang dihasilkan akan meningkat dan begitu juga sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Blink, Evert J. 2004. Basic MRI Physics. Application Specialis MRI
Elmaoglu Muhammed, Azim Celik, Bazak Muzaffer. 2012. MRI Handbook, MR Physics, Patient Positioning and Protocols, London: Springer
Rasad, Sjahriar. 2011. Radiologi Diagnostik. Edisi Kedua, Gaya Baru, Balai Penerbit FKUI : Jakarta
Snell, S, Richad. 2006. Anatomi Klinik Untuk Mahasiswa Kedokteran, EGC: Jakarta
Sugiyanto, Retno Wati, Edy Susanto, Fatimah. 2017. Receive Bandwidth Variation Effect Toward the signal and Contrasts to Noise Ratio in Magnetic Resonance Imaging (MRI) Cervical Examination with the Sequence of T1 Weighted Turbo Spin Echo. Semarang Indonesia
Sundseth, Jacobsen, Kolstad, Nygaard, Zwart. Hol. 2013. Magnetic Resonance Imaging Evaluation After Implantation Of A Titanium Cervical Disc Prosthesis: A Comparison Of 1.5 And 3 Tesla Magnet Strength. Oslo: Springer
Westbrook, Catherine. 2014. Handbook of MRI Technique. Fourth Edition, Blackwell Science Ltd., United Kingdom