

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.5.1 Manfaat Teoritis.....	7
1.5.2 Manfaat bagi Penelitian Selanjutnya.....	7
1.5.3 Manfaat bagi Rumah Sakit dan Tenaga Kesehatan.....	8
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Radiasi Pengion.....	9

2.1.1	Mekanisme Ionisasi dan Efek Biologis (Efek Deterministik dan Stokastik)	10
2.1.2	Prinsip Dasar Proteksi Radiasi (Waktu, Jarak, Perisai) dan Regulasi Internasional serta Nasional (ICRP 103, BAPETEN)	11
2.2	Sinar-X sebagai Bentuk Radiasi Pengion (Gelombang Elektromagnetik, Dualitas Gelombang-Partikel, Spektrum Energi)	12
2.2.1	Produksi Sinar-X: Spektrum Bremsstrahlung dan Karakteristik	13
2.2.2	Interaksi Sinar-X dengan Materi	14
2.3	<i>Computed Tomography</i> (CT Scan)	16
2.3.1	Prinsip Kerja CT Scan: Atenuasi dan Proyeksi	17
2.3.2	Rekonstruksi Iteratif (Iterative Reconstruction – IR).....	18
2.3.3	Komponen Utama CT Scan 128-slice	18
2.3.4	Parameter Kualitas Citra CT	19
2.3.5	<i>Noise</i>	19
2.3.6	Resolusi Kontras dan CNR	19
2.3.7	Kuantitas Dosis CT	20
2.3.8	CTDI (<i>Computed Tomography Dose Index</i>)	20
2.3.8.1	DLP (<i>Dose Length Product</i>)	21
2.3.8.2	Dosis Efektif	21
2.3.9	Risiko Biologis Radiasi.....	22
2.3.10	Prinsip ALARA.....	22
2.3.11	Hubungan Dosis dan Kualitas Citra.....	23
2.3.12	Definisi dan Tingkatan <i>Low-Dose</i>	24
2.3.13	Teknik Penurunan Dosis	25
2.3.14	Tantangan Interpretasi Klinis	26
2.4	Pengolahan Citra Digital.....	26
2.4.1	Representasi Citra Digital.....	26
2.4.2	<i>Noise</i> pada Citra Medis	27
2.4.3	Teknik Peningkatan Kualitas Citra Konvensional	27
2.4.3.1	Filter Spasial Linier	28
2.4.3.2	Filter Domain Frekuensi.....	28
2.4.3.3	Metode Variasional (Total Variation).....	28
2.4.4	Keterbatasan Metode Konvensional.....	28

2.5	Metode Reduksi Noise pada Citra Medis.....	28
2.5.1	Wavelet Denoising.....	31
2.5.2	Transformasi Wavelet Diskrit (<i>Discrete Wavelet Transform–DWT</i>).....	32
2.5.3	Estimasi Ambang Batas BayesShrink.....	32
2.5.4	<i>Soft Thresholding</i>	33
2.5.5	<i>Inverse Wavelet Transform</i>	4
2.6	Penggunaan Metode pada Citra LDCT Abdome	35
2.6.1	Pra-Pemrosesan Citra (Windowing)	36
2.6.2	Parameter Evaluasi.....	37
2.6.3	Kategori Rentang Kualitas Citra.....	37
2.7	Analisis Data Deskriptif.....	40
2.7.1	Analisis Visual.....	41
2.7.2	Penerapan Metode Reduksi Noise dalam Penelitian	43
2.8	Peningkatan Kontras danEvaluasi kualitas	43
2.8.1	Mean Squared Error(MSE).....	43
2.8.2	Peak Signal-to-NoiseRatio (PSNR)	43
2.8.3	Structural SimilarityIndex Measure (SSIM)	43
2.8.4	Contrast-to-NoiseRatio (CNR)	43
2.8.5	Equivalent Number of Looks (ENL)	43
2.8.6	NaturalImage QualityEvaluator(NIQE).....	43
2.8.7	Blind/Referenceless Image Spatial Quality Evaluator (BRISQUE)	44
2.8.8	Keterkaitan ParameterEvaluasi denganPenelitian	44
3	METODE PENELITIAN	45
3.1	Jenis Penelitian.....	45
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	46
3.3	Alat dan Bahan	46
3.3.1	Perangkat Keras	47
3.3.2	Perangkat Lunak	48
3.3.3	Data Penelitian.....	50
3.4	Variabel Penelitian	51

3.4.1	Variabel Bebas	51
3.4.2	Variabel Terikat	51
3.4.3	Variabel Kontrol	52
3.4.4	Validasi Dokter Spesialis Radiologi	55
3.5	Flowchart Penelitian	56
3.6	Prosedur dan alur penelitian.....	56
3.7	Parameter Evaluasi.....	58
4	HASIL DAN PEMBAHASAN	65
4.1	Hasil Penelitian.....	65
4.2	Hasil Visual Citra Pasien ke-5.....	66
4.2.1	Representasi Citra Sebelum dan Sesudah Enhancement	66
4.2.2	Interpretasi Kualitatif Pasien ke-5.....	67
4.3	Hasil Evaluasi Kuantitatif Pasien ke-5.....	68
4.3.1	Nilai Parameter Evaluasi Pasien ke-5.....	68
4.3.2	Analisis Per Parameter Pasien ke-5.....	68
4.3.2.1	MSE (<i>Mean Squared Error</i>).....	69
4.3.2.2	PSNR (<i>Peak Signal-to-Noise Ratio</i>).....	69
4.3.2.3	SSIM (<i>Structural Similarity Index</i>)	69
4.3.2.4	CNR (<i>Contrast-to-Noise Ratio</i>).....	69
4.3.2.5	ENL (<i>Equivalent Number of Looks</i>)	70
4.3.2.6	NIQE (<i>Naturalness Image Quality Evaluator</i>).....	70
4.3.2.7	BRISQUE (<i>Blind/Referenceless Image Spatial Quality Evaluator</i>)	70
4.3.3	Analisis Statistik Deskriptif Pasien 5 dan validasi 20 pasien	71
4.4	Analisis Validasi pada 20 Pasien.....	71
4.5	Analisis Keberhasilan Metode.....	72
4.5.1	Berdasarkan Parameter <i>Full-Reference</i> (MSE, PSNR, SSIM) ...	73
4.5.2	Berdasarkan Parameter Kontras dan <i>Noise</i> (CNR, ENL)	73
4.5.3	Berdasarkan Parameter <i>No-Reference</i> (NIQE, BRISQUE)	73
4.5.4	Tingkat KeberhasilanMetode	73
4.6	Pembahasan	73

4.6.1	Efektivitas Metode pada Seluruh Pasien	73
4.6.2	Keterbatasan BRISQUE pada Citra Medis	74
4.6.3	Implikasi Klinis	74
4.7	Ringkasan Hasil dan Pembahasan Penelitian.....	75
5	PENUTUP	79
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran.....	80
	DAFTAR PUSTAKA	90



DAFTAR GAMBAR

2.1	Partikel subatomik.....	9
2.2	Sinar-X radiasi pengion.....	13
2.3	Skema Tabung Sinar-X dan Grafik Spektrum Sinar-X.....	14
2.4	Radiasi Sinar-X: Bremsstrahlung dan sinar-X Karakteristik	15
2.5	<i>Computed Tomography</i> (CT Scan).....	19
2.6	Efek Stokastik dan Deterministik	23
2.7	<i>Low-Dose and High-Dose</i>	25
2.8	Reduksi noise pada citra sinar-x	30
2.9	Evaluasi Kualitas Citra	42
3.1	<i>Flowchart</i> Penelitian.....	55
4.1	(<i>before – after & diff heatmap</i> pasien ke-5).....	59
4.2	(tampilan <i>Grayscale</i> pasien ke-5)	60
4.3	Menampilkan analisis perbedaan kualitas	60
4.4	Grafik batang parameter kecil pasien ke-5.....	67
4.5	Grafik batang parameter besar pasien ke-5.....	68
4.6	Boxplot sebaran data per parameter kecil pasien ke-5.....	69
4.7	Boxplot sebaran data per parameter besar pasien ke-5 (Skala Log)	69

DAFTAR TABEL

2.1	Standar toleransi parameter uji.....	18
2.2	Parameter <i>windowing</i>	36
2.3	Definisi Variabel pada Persamaan Windowing	
2.4	Kategori Rentang Kualitas Citra.....	36
3.1	Perangkat Keras.....	49
3.2	Perangkat Lunak.....	50
3.3	Karakteristik Data Penelitian.....	52
3.4	Bahan Penelitian.....	52
4.1	Hasil Evaluasi Kualitas Citra.....	62
4.2	Data Citra per image pasien ke-5	66
4.3	Statistik Deskriptif Parameter Evaluasi Pasien ke-5.....	70
4.4	Nilai Rata-rata Parameter Evaluasi pada 20 Pasien	71
4.5	Ringkasan Kategori Kualitas pada 20 Pasien.....	72
4.6	Perbandingan Hasil Evaluasi Kualitas Citra antara Pasien 5 dan 20 Pasien	76