

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN UJIAN TUGAS AKHIR.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
ABSTRAK	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Sistem Jaminan Mutu.....	4
2.3 Linear Accelerator (LINAC).....	5
2.4 Kendali Mutu (Quality Control).....	8
2.5 Detektor Ionization Chamber.....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Lokasi Penelitian dan Jadwal Penelitian.....	18
3.2 Instrumen Penelitian.....	18
3.3 Jenis dan Sumber Data	19
3.4. Rancangan Penelitian	19
3.5. Teknik Pengambilan Data.....	19
3.6. Teknik Analisis Data.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Penelitian	24

4.2. Pembahasan	28
4.2.1 Gambaran Umum Data Penelitian	28
4.2.2 Analisis Karakteristik Dosimetri.....	28
4.2.3 Pengujian Sistem Imaging	33
4.2.4 Pengujian Sistem Mekanik dan Keselamatan	34
4.2.5 Pengujian Sistem Gating	35
4.2.6 Diskusi Komprehensif: Rancangan Protokol Nasional Uji Kontrol Kualitas Harian Peralatan LINAC di Indonesia.	36
4.2.7 Keterbatasan Penelitian.....	37
BAB V KESIMPULAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Instruksi Kerja Uji Kontrol Kualitas Harian Peralatan LINAC	21
Tabel 4. 1 Hasil Uji Kontrol Dosimetri Harian.....	24
Tabel 4. 2 Hasil Uji Kontrol Imaging Harian	26
Tabel 4. 3 Hasil Uji Kontrol Keselamatan dan Mekanik Harian	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema komponen pesawat LINAC	5
Gambar 2. 2 Head gantry a) Kepala LINAC model terapi foton, b) Kepala LINAC model terapi elektron.....	7
Gambar 2. 3 Parameter kendali mutu harian LINAC.	9
Gambar 2. 4 Geometri Pendefinisian dan Pengukuran PDD	13
Gambar 2. 5 Kurva PDD Foton, Elektron, Neutron dan Partikel Berat.....	14
Gambar 2. 6 Daerah Central, Penumbra dan Umbra Berkas Profile	15
Gambar 2. 7 Area Tengah 80% Field Widthth Berkas Profile.....	16
Gambar 2. 8 Desain Dasar Detektor Ionization Chamber Tipe Farmer.....	17
Gambar 3. 1 Parameter Uji Kontrol Dosimetri Harian	20
Gambar 4. 1 Grafik Output Constancy dan Flatness Foton dan Elektron.....	29
Gambar 4. 2 Grafik Symetry Inline dan Crossline Foton dan Elektron.....	31
Gambar 4. 3 (a) Posisi Fantom Penta Guide pra Uji, (b) Posisi Fantom Penta Guide pasca Uji	34

ABSTRAK

Transformasi teknologi peralatan Linear Accelerator (LINAC) dari teknik konvensional ke modern seperti IMRT, VMAT, SRS, SRT/SBRT dan IGRT meningkatkan kompleksitas sistem secara signifikan, mencakup interaksi antara parameter dosimetri, akurasi mekanik, serta validitas sistem imaging terintegrasi. Kompleksitas tersebut menuntut penerapan Kendali Mutu/*Quality Assurance* (QA) dan Kontrol Kualitas/*Quality Control* (QC) yang tidak hanya bersifat rutin, tetapi juga sistematis, terstandarisasi, dan berbasis risiko (risk-based QA). Indonesia telah memiliki badan regulator (BAPETEN) yang berfokus pada aspek keselamatan radiasi dan kepatuhan regulatif namun disisi lain belum ada secara eksplisit penetapan protokol nasional yang mengatur parameter teknis QC LINAC secara rinci dan operasional dari perkembangan teknologi LINAC dewasa ini. Rancangan protokol nasional tentang uji kontrol kualitas LINAC yang berbasis evidensi ilmiah dan resiko, mengacu pada standar internasional, serta adaptif terhadap konteks nasional Indonesia telah dilaksanakan di Bali Internasional Hospital berdasarkan lima parameter utama Uji Kontrol Kualitas harian pesawat LINAC berdasarkan protokol internasional AAPM TG 142.

Pengujian Dosimetri, Imaging, Mekanik dan Keselamatan serta Gating dilakukan secara terintegrasi dengan sistem TPS, OIS (ARIA), LINAC Console, pesawat LINAC dan fantom yang tersedia. Hasil pengukuran dianalisis secara komparatif untuk mengevaluasi deviasi antara nilai referensi/based line dengan nilai hasil uji dan menunjukkan bahwa nilai deviasi pada kelima parameter tersebut masih dalam batas toleransi. Mampu terapnya prosedur Uji Kontrol Kualitas harian pesawat LINAC berdasarkan protokol internasional ini diharapkan dapat memberikan informasi teknis dan salah satu referensi untuk merumuskan suatu Protokol Nasional Uji Kontrol Kualitas Peralatan LINAC yang terstandarisasi, aplikatif, dan berbasis risiko di Indonesia guna meminimalisir heterogenitas praktik QC antar fasilitas radioterapi yang berpotensi menyebabkan deviasi dalam akurasi dosimetri, ketidakkonsistenan performa mekanik, serta variabilitas dalam validasi sistem imaging dan aspek keselamatan radiasi yang secara kumulatif dapat mempengaruhi kualitas layanan radioterapi serta keselamatan pasien, pekerja dan lingkungan.

Kata kunci:

Protokol QA/QC, LINAC, AAPM TG 142, Dosimetri, Imaging, Mekanik dan Keselamatan, Sistem Gating.

ABSTRACT

The technological transformation of Linear Accelerator (LINAC) instrumentation from conventional to advanced techniques such as IMRT, VMAT, SRS, SRT/SBRT, and IGRT has profoundly escalated system complexity, highly intertwining dosimetric parameters, mechanical precision, and the integrity of integrated imaging systems. This multi-dimensional complexity necessitates the implementation of Quality Assurance (QA) and Quality Control (QC) frameworks that are not merely routine, but comprehensively systematic, standardized, and risk-informed (risk-based QA). Although Indonesia has established a competent regulatory body (BAPETEN) focusing on radiation safety and regulatory compliance, an explicit national protocol governing detailed, operational technical parameters for modern LINAC QC adapted to contemporary technological advancements remains unavailable. Addressing this regulatory gap, a newly designed national protocol framework for LINAC QC which is evidence-based, risk-informed, aligned with international guidelines, and adaptive to the Indonesian clinical context was successfully implemented at Bali International Hospital, evaluating the five primary categories of daily LINAC QC defined by the international AAPM TG-142 protocol. Dosimetric, Imaging, Mechanical, Safety, and Respiratory Gating evaluations were performed in an integrated manner encompassing the TPS, OIS (ARIA), LINAC Console, the accelerator unit itself, and dedicated QA phantoms. Comparative analysis was subsequently conducted to quantify deviations between established baseline reference values and actual daily measurement data, demonstrating that all deviation values across the five parameters consistently remained within the acceptable tolerance thresholds. The clinical feasibility of this integrated daily LINAC QC procedure is expected to provide substantial technical benchmarks and serve as a vital empirical reference for formulating a standardized, applicable, and risk-based National Protocol for LINAC Quality Control Testing in Indonesia. Ultimately, this framework is designed to minimize the heterogeneity of QC practices among domestic radiotherapy facilities, which potentially induces dosimetric inaccuracies, mechanical performance inconsistencies, and variations in imaging validation and radiation safety compliance that cumulatively compromise the quality of cancer care services and the multi-dimensional safety of patients, healthcare professionals, and the environment.

Keywords: *QA/QC Protocol, LINAC, AAPM TG-142, Dosimetry, Imaging, Mechanical and Safety, Gating System.*